

FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

## ARQUITETURA E DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL: COMUNIDADES ECOLÓGICAS

“O uso do Bambu na contemporaneidade para o desenvolvimento  
sustentável – o caso de Auroville, Índia.”

ORIENTADORES : Prof.<sup>o</sup> Doutor José Manuel dos Santos Afonso  
Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria da Graça dos Santos Antunes Moreira  
MESTRANDA: Aldina Mafalda Brinço Fernandes (20151531)

2017





## **Agradecimentos**

Agradeço, primeiramente, ao meu caro Professor Arquiteto José Afonso, pelo companheirismo e orientação nestes dois anos de percurso de mestrado quem, também, guiou e aconselhou os importantes passos do estudo e, recomendou a cara Professora Maria da Graça Moreira como segunda orientadora, a quem dedico o meu agradecimento pelo acompanhamento, compreensão e dedicação neste trabalho.

Gratulo os meus pais e irmãos, sem eles jamais teria força e existência para continuar o percurso académico. Agradeço a todos os meus amigos e familiares mais próximos, que acompanharam este estudo e sentiram a ausência em prol de inspiração e devoção.

Um especial “Bless You” ao Gaurang, à Uma e ao Jignesh. À equipa Auroville Bamboo Centre – Balu, Walter e Sunraj - à comunidade Auroville, com enorme reconhecimento a Mother e Sri Aurobindo, pela materialização de uma utopia.

Um forte reconhecimento a lugares como o Matrimandir e o Sri Aurobindo’s Ashram, por toda a fonte de inspiração e concentração.

Agracio também o Visitor Centre e a Biblioteca de Auroville pela exposição de informação, bibliografia e imagens para a realização desta peça.

Agradeço especialmente ao Gerard Minakawa pela aprendizagem, confiança e entusiasmo durante as obras executadas. Ao Jon e à equipa CanyaViva, pela inspiração, experiência e partilha.

Retribuo a inspiração de todos aqueles que experienciaram Auroville e partilharam a sua percepção.

Arquitetura e desenvolvimento ambiental: Comunidades ecológicas.  
O uso do Bambu na contemporaneidade para o desenvolvimento sustentável  
– o caso de Auroville, Índia.

## RESUMO

Esta investigação pretende abordar o panorama nefasto que tem vindo a assolar o mundo através da degradação ambiental, a questão do impacto ambiental associado à sociedade industrial, como sendo uma das consequências da crise ambiental, seguida de uma crise financeira, onde o Ocidente é mais atingido. Faz um estudo geral da temática do desenvolvimento sustentável, técnicas e estratégias, como possíveis soluções dos problemas originados pelas crises económica e ambiental.

A construção civil é, mundialmente, a principal causadora de emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera, tanto na produção da matéria prima, como no transporte e posteriormente na execução. Este, entre muitos outros problemas sócio-ambientais, são expostos com a demanda de encontrar soluções viáveis, experimentadas, analisadas, que permitam o melhoramento do desenvolvimento global e um progresso mais sustentável.

O bambu é considerado um dos mais antigos materiais usado para habitações, porém, o desenvolvimento de tecnologia própria, como material de construção de qualidade, vem acontecendo somente nas últimas três décadas, quando surgiu uma discussão mundial sobre sustentabilidade. A variável ambiental passou, então, a ser considerada em qualquer projeto de desenvolvimento, uma vez que influencia tanto na disponibilidade futura de matérias-primas e energia, quanto na qualidade de vida das populações. A investigação foi feita com base em casos de estudo em casos muito concretos em países como a Índia e a Indonésia.

Pretende-se constatar que o conhecimento técnico e a praticabilidade desse mesmo conhecimento torna os recursos naturais em fontes de rentabilidade local e regional numa sociedade carenciada de desenvolvimento económico e um futuro sustentável.

**Palavras-chave:** Crise ambiental; Comunidades Ecológicas;

Desenvolvimento Sustentável; Arquitetura natural; Bambu.

## ABSTRACT

This investigation work tries to approach the nefarious scene that, over time, is divesting the world, through environmental degradation. The footprint impacts on the Nature associated with the industrial society are one of the consequences of the environmental crisis, followed by an economical crisis, where the strongest impact is felt on the western world. Followed by a general study of the Sustainable Development, techniques and strategies, as well as, solutions to the problems originated by the economical and environmental crisis.

The construction sector is, worldwide, one of the main causes of CO<sub>2</sub> emission into the atmosphere, such as the production of building materials, as well as its transportation and the project execution process. This, as many other social and environmental problems, is exposed with a prospect to find liable solutions that allow a better global development and more sustainable progress.

The bamboo is considered to be one of the most used materials for buildings, in the past, although, its development with new technology as a quality material of construction has happened only in the last three decades, when the sustainability topic came up in a worldwide conference. Since then, the variant of environment has been considered in any project of development once it can influence on the availability of sources and energy, as well as the quality of life populations in general. The research was done through case studies of very peculiar situations as India and Indonesia.

It is intended that the practice of technical knowledge make the natural resources a source of local and regional profitability in a society lacking economic development towards a sustainable future.

**Key words:** Environmental crisis; Eco communities;

Sustainable Development; Natural Architecture; Bamboo.



Fig. i: Matrimandir, Auroville

Dedico esta obra a Auroville e The Mother.

## ÍNDICE

1 . Agradecimentos	iii
2 . Resumo	iv
3 . Abstract	v
I . Introdução	01
II . O desenvolvimento económico, social e tecnológico:	07
1. A crise económica e ambiental (escala global):	
1.1. Causas e consequências do desenvolvimento económico não sustentável;	13
1.2. Êxodo urbano: a necessidade de ruralização;	18
1.3. A consciência ecológica;	22
1.4. A ECO aldeia ou ECO vila;	26
1.5. O ECO turismo.	31
2. Notas conclusivas.	36
III . Soluções ecológicas para um futuro económico-sustentável:	37
1. Modos de vida ecológicos: Opções ecológicas: permacultura, energias renováveis, tratamento de águas, reciclagem;	40
1.1. Arquitectura natural;	47
1.2. Materiais de construção naturais lenhosos.	49
2. O uso do Bambu enquanto material natural sustentável:	53
2. 1 História e lendas sobre o bambu;	54
2. 2 Espécies;	58
2.2.1. Arundo Donax.	63
2. 3 Composição biológica;	66
2. 4 Usos e benefícios do bambu;	76
2. 5 Colheita, tratamento e manutenção;	83
2. 6 Construção com bambu;	87
2. 7 Elementos construtivos;	94

3. Técnicas de construção com Bambu na Arquitetura Contemporânea:	109
3.1. Formas tridimensionais e técnicas contemporâneas	115
3.2. O bambu na arquitetura efêmera natural;	125
4. Notas conclusivas	128
<b>IV . Casos de estudo:</b>	
1. Introdução	129
2. Auroville, Índia:	133
2.1. Do conceito à concretização de Auroville;	135
2.2. Matrimandir;	139
2.3. A comunidade Auroville;	145
2.4. Planeamento e desenvolvimento da cidade;	149
2.5. Projetos e progresso de Auroville;	155
2.6. ABC – Auroville Bamboo Centre.	162
3. Green School, Bali, Indonésia:	166
3.1. Contexto histórico, geográfico e cultural de Bali;	166
3.2. Desenvolvimento turístico de Bali;	169
3.3. A arquitetura de Bali e o uso dos materiais;	174
3.4. História da Green School e Bamboo PT;	177
3.5. Os procedentes da Green School:	
3.5.1. Ibuku	188
3.5.2. Green Village;	190
3.6. O desenvolvimento da construção de bambu em Bali.	195
4. Notas conclusivas	200
<b>V . Conclusão</b>	201
<b>VI . Bibliografia</b>	206
<b>VII . Índice de imagens</b>	209



Arquitetura e desenvolvimento ambiental: Comunidades ecológicas.  
O uso do Bambu na contemporaneidade para o desenvolvimento sustentável  
– o caso de Auroville, Índia.

## I. Introdução

O tema a desenvolver nesta tese consiste na análise da relação entre as comunidades ecológicas e a prática da arquitetura natural nas sociedades rurais contemporâneas, explorando as estratégias para o desenvolvimento comunitário através do uso dos recursos naturais aplicados a técnicas e conhecimentos contemporâneos.

Paralelamente ao estudo das comunidades e da bioclimática do local escolhido como área de estudo, inclui-se a descrição e caracterização dos materiais de uso construtivo, nomeadamente os materiais lenhosos. A inclusão do uso do bambu, enquanto material de excelência, recurso natural em abundância e elemento caracterizador das zonas de climas tropicais, justifica-se atendendo à sua sustentabilidade ecológica, económica e social, e tendo em conta que este é um material predominante no desenvolvimento do estudo que dará conteúdo a esta dissertação.

O principal objetivo deste estudo é, além de compreender e assimilar as novas formas e tecnologias de construção com bambu, o de identificar as suas limitações, na tentativa de alargar o seu uso ao mundo Ocidental, como forma ou estratégia de extrair benefícios com as suas inúmeras funcionalidades e eficiências enquanto matéria-prima natural.

Por algumas culturas considerado uma “dádiva dos deuses”, por outras “o material dos pobres”, o Bambu é um caso fascinante no mundo da botânica, como também na vida prática do Homem. Com mais de um milhar de espécies espalhadas pelo mundo, ao longo de uma faixa territorial de clima tropical, adequa-se bem a diferentes solos e climas, contem inúmeras funcionalidades para uso quotidiano e desfruta da sua maior característica em termos ecológicos - as suas folhas sequestram grandes quantidades de dióxido de carbono emitido para a atmosfera que transportam para as raízes e rizomas através do processo de fotossíntese.



Óscar Hidalgo é o primeiro investigador que descreve todas as características e técnicas do bambu, de forma intensiva, na sua monografia *Bamboo, The Gift of the Gods*, (2003), onde aprofunda a investigação na área da botânica, da física, da técnica e da construção com Bambu, baseando o seu conhecimento em sabedorias tanto tradicionais como modernas. Explora as propriedades mecânicas do material nas suas condições físicas. A sua obra é, pois, bem considerada a Bíblia do Bambu.

*“Begin with your conclusion” – MONTAGNE* <sup>1</sup>

O Bambu já é conhecido, em algumas sociedades, como o material do século XXI. É considerado matéria prima ecológica, fonte renovável e sustentável para o meio ambiente. Nas últimas duas décadas temos observado um avanço extraordinário na arquitetura em Bambu, tanto nas novas técnicas e formas tridimensionais que este material permite alcançar, como na sua vertente ecológica que o torna um grande contributo face às crises ambientais emergentes.

O uso do bambu permite estruturas leves e resistentes, de fácil aplicação, com uma flexibilidade que possibilita sustentá-las em caso de terramoto. Tem um cariz ecológico associado à sua produção e plantio, bem como à absorção de dióxido de carbono, o que fortalece a terra e contribui para a limpeza dos canais e fluxos de águas pluviais ou residuais. Ainda assim, muitos renegam o bambu e o seu cultivo, por considerarem ser uma espécie invasiva. Outros renunciam ao seu uso por ser considerado “pobre” e de curta duração.

Neste contexto, procuramos entender as limitações, as desvantagens e as causas que têm impedido o crescimento e a aceitação do uso do bambu na construção civil, principalmente no mundo ocidental e, encontrar no mundo oriental as respostas que contrariam as desvantagens da sua utilização.

Nos capítulos centrais deste trabalho faz-se uma breve exposição sobre o uso tradicional do bambu, bem como a sua intervenção na vida dos indígenas de países tropicais onde o material se encontra com abundância, e, paralelamente, uma análise rigorosa dos métodos experimentais, das suas patologias e soluções construtivas, tecnologias atuais, com base em casos de estudo em lugares como a Índia e a Indonésia, duas grandes potências mundiais na utilização do bambu, embora com caminhos ou manifestações distintos.

---

<sup>1</sup> FERRELLY, D.; *The Book of Bamboo*; 1984:3

Para tal, é importante uma compreensão profunda acerca do comportamento da planta de Bambu cultivada, bem como da matéria-prima extraída. É necessário compreender a sua materialidade, durabilidade e benefícios, e trabalhar a sua técnica e utilidade.

Propõe, esta tese, aprofundar os conhecimentos básicos e atualizados sobre o uso do Bambu bem como as suas técnicas mais inovadoras na construção de estruturas e produção de cenários e mobiliário. Mas não só aprofundar a sua materialidade como entender a sua essência, o seu desempenho, a sua relação social e cultural com o indivíduo oriental e ocidental; entender o porquê de ser considerado o material do século XXI, apesar de haver registos da sua existência datados desde a Era anterior a Cristo.

Seguindo este trajeto, o presente trabalho debruça-se sobre estas questões, em concertação com as comunidades que aplicam o Bambu de forma aleatória e foca também a sua intervenção no quotidiano e na vivência do indivíduo e da comunidade.

Relacionados com estes aspectos, debatem-se estratégias de desenvolvimento para a sustentabilidade, tanto nas cidades como no meio rural.

“Foi no final da década de 1980 e início da década de 1990, que as questões da sustentabilidade chegaram à agenda da arquitetura e do urbanismo de forma incisiva, trazendo novos paradigmas. A primeira definição de desenvolvimento sustentável foi cunhada pelo Brundtland Report, em 1987, afirmando que desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer o atendimento às necessidades das gerações futuras.”<sup>2</sup>

“Nas décadas seguintes, grandes conferências mundiais foram realizadas, como a Rio’92, no Rio de Janeiro, em 1992, e a Rio+10, em Joanesburgo, em 2002. Nessas reuniões, protocolos internacionais foram firmados a fim de rever as metas e elaborar mecanismos para o desenvolvimento sustentável. O desafio global de melhorar o nível de consumo da população mais pobre e diminuir a pegada ecológica e o impacto ambiental dos assentamentos humanos no planeta foi o grande tema em debate.”<sup>3</sup>

Vinte e cinco anos depois da primeira conferência mundial para o desenvolvimento sustentável ainda se questiona acerca do caminho tão ténue da evolução deste tema, por exemplo:

---

<sup>2</sup> FONTE: (<http://www.forumdaconstrucao.com.br/>) \_ Acesso em 16 Dez 2015

<sup>3</sup> MELHADO, Ana Rocha, FONTE:([www.proactiveconsultoria.com.br](http://www.proactiveconsultoria.com.br)) \_ Acesso em 20 de Jan 2016

- De que modo as novas comunidades se ajustam à sociedade envolvente (sociedade uniformizada globalmente de acordo com os padrões contemporâneos)? E que benefícios concretizam as comunidades para o desenvolvimento social, ambiental e económico?
- Quais as opções e as escolhas seguidas por estas comunidades no decorrer do seu percurso, em resposta às suas circunstâncias temporais, locais, físicas e existenciais e às suas necessidades?
- Que soluções podem ser consideradas para superar as crises económica e ambiental, de modo equilibrado e consciente para o indivíduo e o meio, simultaneamente?
- Que materiais de construção podem ser alternativos ao uso massivo do cimento e do aço e como se comportam materiais lenhosos na indústria da construção?
- Como pode o bambu contribuir como solução alternativa ecológica e de que modo pode ser aplicado com as exigências da arquitetura contemporânea no Ocidente?

Abordam-se as seguintes temáticas:

- causas que têm contribuído para as crises ambiental e económica fazendo uma reflexão sobre aspectos de relevância ecológico-ambientais e antropológico-sociais;
- Enquadramento de comunidades ecológicas ou rurais na sociedade local ou regional de cada um dos lugares em estudo, salientando a sua contribuição no que respeita a valores de desenvolvimento ecológico.

*“Para uma atividade ser efetivamente sustentável, tem de ser ecologicamente correta, economicamente viável, socialmente justa e culturalmente aceite.”<sup>4</sup>*

Face às crises económicas sentidas no Ocidente, surgem conceitos como a Eco Aldeia, ou Aldeia Ecológica e o Eco turismo, ou Turismo da Natureza. Ambos podem ser vistos como consequência de um modo mais pedagógico e experimental de contornar a crise.

---

<sup>4</sup> FONTE: [www.jpm.pt/pt/renovaveis/empresa](http://www.jpm.pt/pt/renovaveis/empresa) \_ Acesso em 20 de Maio 2017

Uma Eco-aldeia (*Green Village*) é constituída por uma pequena comunidade de pessoas, numa estrutura social coesa, baseada em três dimensões: comunidade, ecologia e espiritualidade. As eco-aldeias têm como denominador comum o objetivo de proporcionarem um estilo de vida em harmonia entre os seus membros e, estes, por sua vez, com a natureza envolvente.

É um movimento que sempre existiu, mas ganhou significado opondo-se aos grandes aglomerados urbanos, cidades e metrópoles, sendo defendido por pessoas com um contato forte com a natureza, que privilegiam os interesses ecológicos em detrimento do desenvolvimento industrial.

Associado ao conceito de Eco-aldeia encontramos a “Escola Ecológica”, ou, “Green School”, um lugar de aprendizagem de conceitos ambientais e sustentáveis, onde a Natureza e os seus ciclos são o principal objeto de estudo.

O método escolhido nesta investigação foi, além da consulta da bibliografia quase que obrigatória, o de abordar os casos de estudo que permitem uma análise concreta de cada lugar, da comunidade que nele habita e da sua experiência direta com a paisagem envolvente, a matéria prima e as suas obras arquitetónicas.

Este trabalho baseia a sua investigação em casos de estudo em dois lugares: Auroville, na Índia e Bali, na Indonésia. São locais que contêm em comum a ascendência da cultura Hindu e a influência da arquitetura natural em Bambu. Aborda, como estudo, a História, a Cultura, as influências e a Geografia de cada lugar, e faz uma análise pormenorizada da história de cada comunidades e do desenvolvimento da arquitetura contemporânea, em Bambu, em cada caso, relacionando-os com o contexto circundante. Ambos os casos foram da iniciativa de um grupo de pessoas ou de movimentos internacionais, agindo no próprio local de implementação de cada projeto.

O caso Auroville é bastante peculiar no que respeita à situação de desenvolvimento na Índia e à realidade de sobrepovoamento e pobreza deste rico país que, não obstante, vive um desenvolvimento insustentável provocado por 1,5 biliões de pessoas, com uma cultura diferenciada pelos seus costumes, rituais, sistema social de castas, religiões, tribos e tradições.

Auroville é uma comunidade internacional, ou multinacional, idealizada para unificar a vivência de um grupo de pessoas trabalhando com um mesmo fim, espiritual e ideológico, com base num modo de vida guiado pela filosofia vivencial de

Sri Aurobindo, mestre indiano, seguido e acompanhado por Mirra Alfassa, conhecida por “The Mother”, visionária e criadora de Auroville.

Situada no sul da Índia, a 16 km de Pondyerry, ex-colônia francesa, Auroville abarca uma área de 20km<sup>2</sup> com capacidade para 50.000 habitantes, sendo um lugar destinado a todos aqueles que pretendem incrementar um trabalho intelectual e experimental em qualquer atividade social e humanitária que contribua para o bem comum de quem ali habita.. <sup>5</sup>

O objetivo é analisar como ambas as comunidades praticam valores ecológicos e sobretudo, como adequam o uso do Bambu na arquitetura, mobiliário e artesanato.

Já no outro objeto de estudo desta tese, a Green School, em Bali, ilha tão peculiar na Indonésia, o Bambu é adotado como material nobre e matéria-prima exclusiva. Pretende-se fazer uma introdução histórica e geográfica da escola em questão, com os seus aspectos culturais e factores de desenvolvimento, sem excluir a sociedade em que está inserida.

Ambos os casos de estudo são reconhecidos como laboratórios vivos, o que significa que são realizações experimentais, algo nunca concretizado anteriormente. Nascido de uma ideia utópica posta em prática, o seu projeto final, acessível a transformações, continua sempre vivo, não para nem morre.

*“When you feel you know nothing them  
you are ready to learn”*

The Mother <sup>6</sup>



Fig.01: Rebento de bambu

<sup>5</sup> FONTE: [www.auroville.org](http://www.auroville.org)

<sup>6</sup> *idem*

## II. O desenvolvimento económico, social e tecnológico

### 1. A crise económica e ambiental (escala global):

A economia mundial é cada vez mais considerada como um todo, dependente dos problemas políticos, sociais e ambientais que surgem de forma imprevista. Oscila entre a crise e a não-crise, pelos desregulamentos e pelas re-regulamentações.

O sistema representa o conjunto de entidades conectadas como um todo, com fortes mecanismos homeostáticos que persistem identificáveis por longos períodos de tempo. Ora, as entidades que constituem o socialismo humano, incluem recursos, organismos não-humanos, pessoas, organizações, instituições e tecnologias (Beddoe et al., 2009).

A obra *Terra Pátria* de Edgar Morin, descreve o desenvolvimento das culturas e a ocupação do ser humano nas sociedades, as teorias que mudaram o conhecimento empírico, as provas científicas e os fatos históricos, são relatados numa exposição neutra e erudita. Intitula o seu primeiro capítulo “A Era Planetária”. Identifica a Era planetária quando do início dos descobrimentos em que os descobridores e mercadores exploraram o mar e as outras terras, exploraram o planeta e quiseram chegar até onde não havia mais longe para chegar. Foi, para Edgar Morin, quando a Terra “se fez planeta” num conceito humano.

*“Da conquista das Américas à revolução Copernicana, surgiu um planeta e abriu-se um Cosmos. As concepções do mundo mais seguras e evidentes são derrubadas. A terra deixa de estar no centro do universo para se tornar satélite do sol, e a humanidade perde o seu lugar privilegiado. A Terra deixa de ser plana e torna-se definitivamente redonda, deixa de ser imóvel e torna-se pião (...) tal como a Terra não é o centro do Cosmos, também a Europa não é o centro do mundo.” (MORIN.E., 2003:16)*

*“O progresso económico, o desenvolvimento das comunicações, a inclusão dos continentes subjugados ao mercado mundial determinam favoráveis movimentos das populações que vai ampliar o crescimento demográfico generalizado. Os campos vão povoar as cidades industriais, os miseráveis e os perseguidos da europa vão para as Américas os ousados e aventureiras partem para as colónias (...) Sem se dar por isso a economia tornou-se mundial (...) o comercio multinacional, torna-se um sistema*

*unificado com a adopção do padrão-ouro para as moedas dos principais estados europeus. A mundialidade do mercado é uma mundialidade de concorrências e conflitos. Está ligada à expansão mundial do capitalismo (...) Os múltiplos processos de mundialização (demográficos, económicos, técnicos, ideológicos, etc.) são interferentes, tumultuosos, conflituais.” (MORIN.E., 2003:15)*

Da mundialização das ideias, enfrentando as guerras, à mundialização económica, vimos um mundo de revoluções internacionalistas, religiões universalistas, culturas hierarquizadas, e as teorias progressistas de um novo mundo expandido conflituoso.

*“O socialismo pretende-se internacionalista por princípio e a internacional assume como missão unir o género humano.” (MORIN.E., 2003:20)*

Em comparação com outras crises do passado, as crises atuais surgem cada vez mais pela conjugação de três aspetos subjacentes, e pelas tendências globais vinculadas. Assim tem-se em primeiro lugar, o dramático aumento da escala da atividade económica humana em relação aos recursos naturais da Terra e dos sistemas. A segunda, pela tendência da crescente densidade, capacidade e velocidade de transmissão de conexões que transportam material, energia e informações entre os diversos componentes do desenvolvimento tecnológico, económico e social e humano (Helbing, 2013). E a terceira, representa o aumento da homogeneidade ou diminuição da diversidade, das culturas humanas, instituições, práticas e tecnologias (Boli e Thomas, 1997; Meyer 2000; Young et Al. 2006).

Entre todos os acontecimentos, são visíveis na crise a erupção nos mercados financeiros e na economia global no ano de 2008. Lembramos então, do mercado imobiliário enfraquecido numa crise financeira global, que se precipitou para o colapso no final desse ano. Outro evento conhecido, ao nível global, a rápida aceleração seguida do colapso dos preços do petróleo.

Os efeitos ambientais positivos da crise económica, são resultantes da natural redução do consumo durante um período de depressão e, que reduz igualmente, a geração de resíduos e a pressão sobre os ecossistemas. Ora, estes aspetos podem ser vistos como oportunidade para se repensar o panorama económico, e avançar em direção a alternativas de crescimento menos agressivas ambientalmente (Marron & Todder, 2014).

Foram estas alternativas que a Comunidade Europeia procurou impulsionar no decorrer da crise económica de 2008, através de investimentos em sectores industriais considerados como os “verdes”. Tais como, a produção da eletricidade a partir da energia solar, com grande sucesso na Alemanha, tornando-se uma grande vantagem económica e tecnológica (Acisi e Bünül, 2012).

Desde o ano de 2010 que a crise económica global que se iniciou em 2008, transformou-se numa crise da dívida soberana (Alvater, 2011; Blyth, 2013). Foram as cidades que, ao longo destas fases, estiveram no centro da agitação.

O impacto das estratégias foi mais sentido nas regiões urbanas, foi nas cidades que se sentiram os grandes efeitos da austeridade. O aumento da polarização social ocorreu imediatamente após esta época, onde a maior parte da população mais pobre e a classe trabalhadora vivem (Tonkiss, 2013; Donald et al., 2014; Meegan et Al., 2014).

Através de uma perspetiva escalar sobre a governança urbana, e de acordo com Peck (2012) na escala local as responsabilidades e os deficits funcionam como uma nova matriz operacional para a política urbana. Incapacita-se o Estado e a esfera pública através do processo de terceirização, comercialização e privatização de serviços governamentais e apoios sociais.

Os governos municipais tornaram-se, assim, vítimas e apesar de constituírem impactos sociais desastrosos, a severidade urbana é capaz de renovar a sua própria legitimidade como a principal prioridade de Governos estatais locais com base num círculo vicioso de cortes nas despesas públicas e na redução da capacidade estatal. (Streeck & Mertens, 2010)

Em relação à avaliação dos impactos e à vulnerabilidade às mudanças climáticas, e posteriormente às necessidades de adaptação requer informações de boa qualidade. Esta informação inclui dados climáticos como a temperatura, precipitação e a frequência de eventos extremos e dados não climáticos, como a situação atual no terreno para diferentes sectores, como os recursos hídricos, agricultura e a segurança alimentar, saúde humana e a biodiversidade.

Para os países compreenderem melhor o seu clima local e assim, poderem proceder a mudança climática local, devem ter uma observação sistemática nacional adequada, redes e acesso a dados disponíveis noutras redes internacionais.



O desenvolvimento local representa um processo interno de mudança que conduz a um dinamismo económico e a uma melhoria da qualidade de vida da população nas pequenas unidades territoriais e agrupamentos humanos. Assim, para que seja consistente e sustentável, o desenvolvimento local deve mobilizar a explorar as diversas potencialidades locais, contribuindo ao mesmo tempo, para elevar as oportunidades sociais, bem como a viabilidade e a competitividade da economia local (Buarque,2008: 25).

O aumento da preocupação e a regulamentação ambiental, que associada à importância e a pressão da opinião pública, colocaram a questão do desempenho energético e ambiental, no topo da agenda da construção dos edifícios, bem como na relação com o espaço envolvente. Assim, tornou-se cada vez mais urgente considerar os impactos potenciais e reais relacionados com o ambiente construído e à construção dos edifícios para que sejam encontradas medidas que possibilitem minimizá-los e/ou eliminá-los. Neste contexto, a dimensão ambiental, tem cada vez maior importância, para além dos requisitos legais, posicionando-se na perspetiva da sustentabilidade.

A sustentabilidade tem vindo a realçar importância ao considerar as dimensões económica, social e ambiental, sendo importantíssimo assegurar um desenvolvimento com capacidade de se sustentar sem atingir pontos de ruptura.

O forte crescimento económico, que mediou o período entre a Segunda Guerra Mundial e os anos sessenta, alicerçou-se num contínuo e crescente consumo de energia e matérias primas. Até então poucos duvidaram se as reservas de alguns recursos-chave do desenvolvimento permitiriam ou não sustentar, no futuro, os padrões de crescimento. Esta questão começa a surgir e toma visibilidade com o denominado Clube de Roma, em 1970. Este grupo, ainda antes do choque petrolífero, colocou o problema do rápido depauperamento dos recursos naturais, que a curto prazo comprometeria o crescimento económico.

Em 1972, a publicação da obra *The limits to growth*, defende esta tese e faz um alerta especial para os recursos energéticos e para o fato dos próprios recursos renováveis se poderem tornar esgotáveis, para além de um determinado limite de utilização (Faucheux e Noël, 1995)<sup>7</sup>. Nesta década, as previsões feitas, conjugadas com as sucessivas subidas do preço do petróleo, que mergulharam o Mundo numa crise energética com graves consequências económicas, demonstraram a fragilidade e

---

<sup>7</sup> FAUCHEUX, S. e NÖEL, J.-F. (1995), *Economia dos Recursos Naturais e do Meio Ambiente*, Col. Economia e Política, Instituto Piaget, Lisboa.

mesmo a possibilidade de colapso do sistema económico, em situações de dificuldade de abastecimento dos mercados.

Nos anos 1970, do século XX, as preocupações ambientais passaram a fazer parte da agenda política internacional, através da Conferência das nações Unidas sobre o Ambiente Humano, que se realizou em Estocolmo, em 1972. Esta Conferência foi consequência do pensamento ambiental da altura, e centrou-se nas questões da poluição, da saúde humana e do homem.

Na Declaração do Ambiente, que resultou desta Conferência consta que “O Homem é criatura e criador do seu ambiente, que lhe assegura a subsistência física e lhe dá a possibilidade de desenvolvimento intelectual, moral, social e espiritual”. Ou seja, todos os problemas ambientais e as suas futuras consequências eram entendidos de forma iniciante e, não existia um compromisso assumido para a sua resolução. E, como tal, as soluções apresentadas para os problemas existentes, eram somente sugestões.

De salientar que a cidade de Helsínquia e o Projeto Eco-comunidade organizaram um concurso para a concepção de edifícios experimentais em áreas rurais, incluindo a sensibilidade ecológica e as zonas com mais valor frente ao mar, em Viikki, perto do centro da cidade de Helsínquia. Este concurso, teve como finalidade, preservar a natureza e os recursos naturais, com elevada qualidade no que se relaciona com a arquitetura e a funcionalidade das habitações, criando edifícios fáceis de construir.

Situado na parte sul de Latokartano, Eco-Viikki é o primeiro bairro ecologicamente concebido na Finlândia. A ideia por trás do design do bairro foi um ambiente de vida sustentável, saudável e modificável, onde soluções práticas economizam energia e reduzem a quantidade de resíduos gerados (Figuras: 02 e 03).

Outro projeto interessante foi desenvolvido no Reino Unido, o “BEDZED”, em que o conceito “zero energia”, associado a uma aplicação de construções que resultou de



Fig.02 e 03: Eco-Viikki, Finlândia

uma iniciativa conjunta do Peabody Trust e do BioRegional Development Group<sup>8</sup>. Este projeto, teve como finalidade responder aos desafios da agenda 21 Local e do Protocolo de Quioto. Foi desenvolvido numa zona degradada e no sudoeste de Londres, apontando na sua recuperação, na criação de zonas de habitação e escritórios no local. Utilizou um sistema de transportes verdes, como a bicicleta e reforçou a estratégia de redução de CO<sub>2</sub>, e utilizar somente a energia proveniente de fontes renováveis, produzida no local. (Figura: 04)

Edifícios emissão zero, são edifícios que requerem baixos consumos de energia para operarem, sem emissões de gases nocivos para a atmosfera (GEE), e cuja produção de energia limpa renovável iguala ou supera a energia consumida pelos seus utilizadores. Inserem-se na procura por soluções para enfrentar os desafios globais relacionados com a escassez de recursos e as mudanças climáticas, na convicção de que a redução da necessidade por energia pode ser mais rentável do que o aumento do sistema de abastecimento de energia – 1 kWh economizado equivale a pelo menos 2 kWh produzidos – e, por isso, é necessário tornar os edifícios mais eficientes energeticamente e usar maior quantidade de energias renováveis.

Nesse sentido, foi criado o Centro de Investigação de Edifícios Emissão Zero (ZEB) em 2009 e dotado de um orçamento anual de 4,5 milhões de euros. O principal objetivo deste organismo passa por desenvolver soluções e produtos para edifícios existentes e aqueles a serem edificadas – tanto residenciais, como comerciais ou públicos –, de modo a torná-los construções com zero de emissões de gases com efeito de estufa, resultantes da sua produção, operação e demolição.

Há várias formas de concepção de um edifício zero emissões, entre muitas, a adoção



Fig.04: BEDZED, Reino Unido

<sup>8</sup> Ver informação em: <http://www.zedfactory.com/>

de sistemas de consumo exclusivamente elétricos, incluindo os sistemas para aquecimento e ventilação, e admitindo todo o abastecimento elétrico a partir de fontes renováveis, produtoras de energia elétrica, podendo estas provir da rede pública. Ligando os edifícios a um sistema em rede pública de fornecimento, quer de energia elétrica, climatização, cujas fontes e recursos sejam renováveis. Utilizando o aproveitamento, para uso doméstico, de desperdícios vegetais ou silvícolas transformado em energia ou calor, através da ligação a uma rede que forneça energia de fonte renovável e a um sistema de aquecimento que seja o resultado da transformação de biomassa.

O sistema mais independente é o autossustentável – a chamada microgeração –, em que o edifício é o próprio produtor de energias limpas, através de sistemas fotovoltaicos ou eólicos, que exploram fontes de energia renováveis, no próprio local, ou integradas na construção em si, respondendo a todas as necessidades energéticas desta.

## **II. 1.1. Causas e consequências do desenvolvimento económico não sustentável**

De uma forma simples e abrangente podemos considerar a biosfera e a litosfera como detentoras de todos os recursos naturais básicos que não podem ser produzidos pelo homem. Os componentes do ambiente natural constituem “recursos potenciais”, que se transformam em “recursos reais” quando subtraídos ao meio e utilizados, o que lhes confere um valor económico.

A Revolução Industrial permitiu, numa primeira etapa, o crescimento económico dos países ocidentais menosprezando as questões sociais e ambientais, e a consequente deterioração do ambiente face aos imperativos de ordem económica; os desígnios do crescimento sobrepunham-se às condições sociais e ambientais, a bem do progresso económico das indústrias, em particular, e dos Estados, em geral.

As alterações climáticas globalmente registadas têm sido mais pronunciadas nas últimas décadas do que em qualquer período da História registado até ao momento. Estas alterações são resultado de intensas intervenções humanas sobre o meio natural com repercussões no clima e que se refletem a uma escala regional e global.

Com a Revolução Industrial, as energias renováveis tradicionais, como a força do vento e da água, utilizadas há séculos, foram substituídas pela queima de combustíveis fósseis em novos engenhos. Iniciou-se, então, uma era sem precedentes no uso de energia e exploração dos recursos. A mineração e os fluxos resultantes do transporte das matérias-primas e produtos manufaturados levaram a grandes modificações na ocupação do espaço, à multiplicação dos focos de poluição<sup>9</sup> resultantes da rejeição de poluentes no ar, água, solos, bem como à proliferação de amontoados de resíduos sólidos industriais.

A Revolução Industrial marca o início do aumento acelerado da emissão de gases de efeito de estufa (GEE), sobretudo do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), para a atmosfera. A queima dos combustíveis fósseis (primeiro do carvão, depois do petróleo e agora a crescer do gás natural) é o principal responsável por este aumento. O consumo crescente de energia primária e de energia final por parte da economia mundial (estando ambos os crescimentos associados), bem como a produção artificial de novos GEE, levaram à situação insustentável em que nos encontramos hoje. Por outro lado, a intensa desflorestação mundial tem levado a que o importante sumidouro de carbono que é a floresta não tenha contribuído mais para aliviar o Planeta das intensas emissões de CO<sub>2</sub> que se têm verificado.<sup>10</sup>

A ausência das mais elementares condições de sobrevivência das classes operárias levou, desde cedo, ao aparecimento de lutas reivindicativas que forçaram a progressiva integração das questões sociais na problemática económica. Contudo, a mitigação dos problemas de poluição continuou a ser menorizada, representando um luxo incompatível com as estratégias de concorrência e de crescimento, num total e continuado divórcio entre economia e ambiente.

Tal implica ter em conta que a própria extração dos recursos e os processos industriais que os transformam em bens de consumo, pressupõem a libertação de inúmeros poluentes. Estes bens, no fim do seu ciclo de vida útil, são restituídos ao ambiente sob a forma de resíduos. O fabrico e deposição destes produtos interferem com a biosfera e os seus efeitos podem originar a destruição de ecossistemas

---

<sup>9</sup> Pode ser designado como poluição qualquer impacte no ambiente natural ocasionado por interferência do homem. A poluição é um problema extremamente complexo e pode influenciar todos os aspetos do ambiente (in Goudie, 2002:264).

<sup>10</sup> FONTE: <http://www.esquerda.net/en/node/16745>

detentores de grande valia em termos de biodiversidade, comprometer a sustentabilidade ambiental e mesmo a qualidade de vida das populações.

A sociedade atual tem experimentado um progressivo aumento no consumo de bens e serviços, fornecidos por uma economia alicerçada no consumo, desregrado, de combustíveis fósseis. A procura, apropriação e utilização dos recursos levantou, como já foi referido anteriormente, a questão da finitude daqueles e dos limites do crescimento, equacionado, sobretudo a partir dos anos setenta do século passado, pelo Clube de Roma e relançado, nos anos oitenta, pela Comissão Mundial para o Ambiente e Desenvolvimento (CMAD)<sup>11</sup>, no célebre documento conhecido como Relatório Brundtland (Our Common Future), de 1987. Esta comissão independente, criada em 1983, por resolução da Assembleia Geral das Nações Unidas, teve como missão encontrar caminhos que permitissem à comunidade internacional alcançar um desenvolvimento sustentável, protetor do ambiente e capaz de responder às aspirações de desenvolvimento dos países pobres.

Os custos do crescimento económico e demográfico acelerado, podem por em causa a sobrevivência das espécies na terra, e, por esta razão não se poderá crescer como até agora. As próprias alterações tecnológicas adiam o problema, mas não o eliminam, ou seja, os vestígios da atividade humana sobre o ambiente são cada vez mais evidentes, visíveis nos limites impostos pelo próprio ambiente à utilização do solo, do ar, da energia, das matérias-primas e da água.

O relatório então produzido incluiu, de acordo com Soroos (in Goudie, 2002: 121)<sup>12</sup>, um vasto conjunto de matérias, como a economia internacional, população e recursos humanos, segurança alimentar, espécies e ecossistemas, energia, indústria, administração pública e guerra e paz. Destacou as crises globais surgidas durante a última década (do desenvolvimento, ambiental e económica) e apontou a pobreza e fraco desenvolvimento da maioria das populações em rápido crescimento, como fatores de degradação dos sistemas naturais e amplificadores da crise económica destas sociedades. Apresentou inúmeras propostas para: fortalecer as instituições cujo objetivo, ao nível nacional e internacional, é orientado para a compatibilização entre economia e problemas ambientais; promover a cooperação entre a comunidade científica e organizações não governamentais; encorajar a cooperação com a

<sup>11</sup> COMISSÃO MUNDIAL DO AMBIENTE E DO DESENVOLVIMENTO (1987), Our Common Future, Oxford University Press, Nova Iorque.

<sup>12</sup> GOUDIE., A. (Edited by) (2002), Encyclopedia of Global Change. Environmental Change and Human Society, Oxford University Press, Oxford.



indústria; e aumentar os recursos disponíveis destinados aos países em desenvolvimento. O seu carácter mais notável e conhecido relaciona-se, porém, com a promoção do desenvolvimento sustentável, ou seja, o “desenvolvimento que satisfaça as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”.

É relativamente incomum para os economistas do desenvolvimento analisar as causas económicas e as consequências da instabilidade social. No entanto, não é incomum para os governos de desenvolvimento dos países se preocuparem com a instabilidade social, especialmente se não tiverem legitimidade democrática.

Esta preocupação pode, por sua vez, ser importante para a elaboração de políticas económicas. Como exemplo, o Governo Chinês, durante o período de reforma económica. A instabilidade social é observada como uma ameaça para a ordem política e para o rápido crescimento da economia (SHIRK, 2008).

O aumento da desigualdade económica que acompanhou a reforma económica e o crescimento, representa uma ameaça para a estabilidade social. Tendo sido muito baixo por padrões internacionais, a desigualdade entre famílias, entre regiões e entre áreas urbanas e rurais.

Existem ainda, fatores de dimensão institucional que são importantes no processo de desenvolvimento, como o território e o poder local, a força de articulação de políticas de desenvolvimento, a participação da sociedade protagonista do planeamento, implementação e avaliação das ações de desenvolvimento, a relevância das parcerias público-privado para a concretização das iniciativas de desenvolvimento (RAMOS, 2013).

No território, está associado a necessidade de mobilizar os recursos, as competências, as responsabilidades, os processos participativos e as parcerias locais para o desenvolvimento social, centrando as políticas sociais para a territorialidade de medidas (RAMOS, 2013).

É por isso necessário reforçar as condições de desenvolvimento local e sectorial, com forte impacto nas capacidades de crescimento sustentado das comunidades, bem como no reforço do tecido económico e social envolvente. O desenvolvimento é um processo que inclui todas as dimensões da vida da comunidade, das suas relações

sociais e do seu tecido social. De acordo com Friedmann (1996) a noção de desenvolvimento é inseparável da noção de “empowerment” político e social.

O mundo de hoje continua a debater-se com um aumento exponencial da população e com a exaustão dos recursos naturais. Durante o século XX a produção industrial e o consumo de combustíveis multiplicou cerca de trinta vezes. Em termos de equidade, os rendimentos produzidos beneficiam apenas cerca de 10% da população mundial, e aproximadamente vinte milhões de crianças continuam a morrer por ano devido a problemas relacionados com a fome (Condeso, 2001)<sup>13</sup>.

A magnitude das mudanças e a rapidez da sua evolução temporal é condicionada por variáveis difíceis de prever, como o crescimento demográfico, evolução da tecnologia, percepção dos problemas pelas populações e sua atitude, assim como as ações coletivas da sociedade (instituições políticas, económicas, sociais e mesmo da capacidade de mobilização das organizações não governamentais). Se é difícil fazer previsões globais, ainda mais incertos são os impactos regionais destas alterações. Mas, nem tudo é negativo e a crise ecológica pode constituir uma oportunidade única pois, apesar das diferenças e dos interesses contraditórios, as nações têm necessidade de assumir que coexistem num espaço comum e finito de recursos, que só a cooperação ao nível mundial permitirá gerir (Brodhag, 1997)<sup>14</sup>.

Os impactos das atividades humanas na biosfera justificam, cada vez mais, que o sistema Terra seja considerado como um ecossistema global para o qual é necessária uma gestão à escala planetária, numa visão holística que retoma ideias já defendidas no início do século XX, em que a vida na Terra é considerada como um sistema dinâmico, controlado para e pelos seres vivos, em que todos os elementos da biosfera interagem a várias escalas no tempo e no espaço, modulando as condições existentes (Lévêque, 2002: 446)<sup>15</sup>.

A humanidade está a passar por um novo ciclo de reestruturação ao nível global. Atualmente vive-se num ambiente de frequentes progressos e bastante diferente das épocas anteriores, que de alguma maneira, remodela de forma profunda e acelerada, as bases materiais da sociedade. São alterados os modos de existência, de estar, de

<sup>13</sup> CONDESSO, F. (2001), *Direito do Ambiente*, Almedina, Coimbra.

<sup>14</sup> BRODHAG, C. (1997), *As Quatro Verdades do Planeta. Por uma Outra Civilização*, Col. Perspectivas Ecológicas, Instituto Piaget, Lisboa.

<sup>15</sup> LÉVÊQUE, C. (2002), *Ecologia – do Ecossistema à Biosfera*, Col. Perspectivas ecológicas, Instituto Piaget, Lisboa.



relacionar e de habitar, são constituídas novas formas de consumo e hábitos que se manifestam pelo modo de produção e estrutura dos territórios. É em consequência desta diversidade imprevisível que não é possível compreender o espaço geográfico e a sua arquitetura (Ramos, 2013). Ora, a adaptação às necessidades de uma população tem vindo a definir o território e o espaço que trás consigo o conceito de organização e construção do lugar.

## **II. 1.2. Êxodo urbano: a necessidade de ruralização;**

A linguagem atual, as políticas e as ciências utilizaram o termo “rural” com diferentes sentidos (na agricultura, económica, demografia, sociologia) e, moldaram o seu próprio conceito de ruralidade de acordo com os seus pontos de vista. A definição deste termo, pode ser aceite por todos, ou seja, a ruralidade e os seus elementos estão em contínua mudança, no tempo e no espaço. Os elementos e as suas inter-relações em cada região são distintos, e demonstram todos os processos de urbanização. Além de que, a medida e as diferenças territoriais são igualmente prejudicadas pela utilização distinta do termo (Kovács, 2003).

O atributo "rural", que é bastante popular na literatura internacional, também se refere à área de determinado espaço em comparação com as áreas urbanas.

De acordo com a Carta Europeia das Áreas Rurais, formulada em 1996, o termo área rural "denota um espaço interior ou costeiro, incluindo pequenas cidades e aldeias, formando um todo economicamente e socialmente, distinto de uma área urbana e em comparação com áreas urbanas:

- a concentração de população, atividades económicas, estruturas sociais e culturais é consideravelmente mais baixa;
- a parte principal da área é utilizada para agricultura, silvicultura, reservas naturais e propósitos de recreação (Carta, 1996).

Portanto, o termo "rural" refere-se ao ambiente da aldeia e, não inclui todas as aldeias, mas, ao mesmo tempo, as pequenas cidades podem ter um lugar nesse sentido.

Na prática o termo "área rural", significa que tais áreas onde os aspetos relacionados com a natureza (agricultura, silvicultura, pesca, gestão da caça, turismo, recreação,

gestão da água, proteção da natureza, etc.) e o uso extensivo da terra apresentam um papel importante na estrutura económica. Esta abordagem parte de uma relação mais próxima do meio ambiente e a menor transformação da natureza.

O conceito de ruralidade, além destes aspetos, também envolve outro significado, que deriva de uma perspetiva centro-periferia, ganha maior importância devido ao fenómeno da globalização. Assim, a ruralidade significa uma periferia diferente do desenvolvimento dos centros e eixos, que foram organizados em grandes cidades durante o processo de urbanização. Como consequência, cada centro tem a sua periferia que é a sua ruralidade. Ao nível global, as regiões estão longe dos centros económicos mundiais e não podem aderir ao crescimento económico global. Ao nível nacional, são as áreas excluídas dos centros de desenvolvimento.

A ruralidade e as aldeias surgem como um adverso às cidades. Assim, cada cidade tem a sua área rural, campo, onde as aldeias e pequenas cidades também pertencem; e, cada ruralidade tem que ter uma cidade. As áreas que não têm uma cidade são consideradas como um campo com conexões soltas para uma cidade distante.

Não obstante nas sociedades pós-industrializadas, as relações entre a ruralização e a cidade foram alteradas. A fixação da ruralidade e a agricultura perderam o seu sentido, já que cerca de 5 a 10% da população lida com o cultivo da terra. Em consequência da migração para as cidades, as comunidades tradicionais da aldeia desintegraram-se.

As atividades económicas tornaram-se dominantes e independentes do local natural e dos recursos culturais, enquadram-se na economia global, mas são totalmente diferentes da área geográfica; enquanto a economia de outros ainda é baseada em recursos naturais e culturais locais que se relacionam com o mercado local.

Para além dos processos de urbanização, a ruralização consciente surge e *“aceita as relações de civilização dadas, com o objetivo de equilíbrio ecológico, uma comunidade como forma de vida social e biodinâmica de agricultura”* (KOVACS, 2003: 41).

Esta forma de propagação de ruralização expande-se tanto nas áreas urbanas como rurais da Europa Ocidental. Em certas regiões da Europa Central, o caráter de utilização da ruralização está a tornar-se cada vez mais forte, em decorrência da queda súbita dos locais de trabalho industriais, e a existência de milhares de habitantes nas cidades, que anteriormente, migraram novamente para as aldeias. Este

tipo de re-ruralização é dificultado pela diminuição da capacidade de manutenção da agricultura e a insuficiente capacidade técnica de conhecimento (KOVÁCS, 2003).

De uma forma geral, a interação urbanização / ruralização, aldeia / cidade, também se alterou, ou seja, a estrutura e o método de utilização dos recursos rurais pelas cidades transformaram-se. A ruralidade era o mercado de produtos e serviços da cidade, força de trabalho e matéria-prima do produtor.

As áreas rurais são consideradas como subdesenvolvidas no sistema de valores atual, ganharam novos significados e conteúdos no desenvolvimento pós-moderno. Na relação com os problemas das cidades, como a poluição, o superpovoamento e o distanciamento social profundo, as características da ruralidade que antes eram avaliadas como negativas, tornam-se, agora, vantajosas.

Após o declínio do principal papel económico da indústria de fabricação, os centros de economia eram transferidos, e a periferia continha somente as áreas agrícolas. Algumas áreas rurais não pertenciam à periferia, enquanto existiam novos lugares, não rurais e menos relacionados com a natureza, igualmente na periferia.

O desenvolvimento rural pode ser interpretado como uma intervenção consciente e planeada nas mudanças nas áreas rurais. Os interesses por trás das intervenções podem ser locais, quando visam a melhoria das possibilidades de vida das pessoas que vivem numa determinada área; podem ser regionais, quando eles visam a utilização mais efetiva dos recursos locais de uma região; E pode ser global, quando seu objetivo é a preservação do global do equilíbrio ambiental.

A Carta Europeia das Áreas Rurais definiu a essência do desenvolvimento rural como a atração de atividades económicas que podem proteger e desenvolver o património cultural rural, com a finalidade de manter e melhorar o capital humano (Carta, 1996).

De acordo com um documento publicado pelo Ministério da Agricultura e Rural e Desenvolvimento, o desenvolvimento rural é "*o desenvolvimento de todas as atividades que visam melhorar as condições de subsistência e as possibilidades de renda - ou seja, a qualidade de vida – de uma população rural e, servem para a preservação dos recursos naturais, meio ambiente e paisagem e, fortalecem a função da ruralidade na sociedade*" (MARD).

Por outro lado, o programa europeu de desenvolvimento rural baseia-se sobre os seguintes pilares:

- Desenvolvimento sustentável: através da adoção de procedimentos que garantam a longo prazo, A Realização de metas, a manutenção dos resultados (incluindo a qualidade de circunstâncias ambientais) e a melhoria contínua;
- A igualdade de oportunidades: pela melhoria do equilíbrio das despesas entre áreas rurais e urbanas, investimentos em infraestrutura, saúde, serviços de educação e telecomunicações;
- Abordagem integrada: o desenvolvimento da conformidade agrícola, económica, diversificação, gestão de recursos naturais e funções ambientais, e a ajuda de cultura, turismo e recreação;
- Diversificação: alargamento das atividades económicas e sociais, melhoria da viabilidade nas comunidades rurais, renovação de aldeias
- Ação local, responsabilidade global;
- Direção ascendente: de acordo com o princípio da subsidiariedade, a maior descentralização baseada na parceria entre todos os atores interessados,
- Regulamentação legal simples;
- Programação: programas de desenvolvimento rural de acordo com as regiões, resumindo os procedimentos coerentes e transparentes;
- Habilidade financeira: moldam as técnicas de crédito rural, maior participação do sector bancário, diminuindo os limites financeiros das pequenas e médias empresas.

A urbanização, o crescimento de locais densamente povoados mostra a tendência global de hoje. Em 2005, 48,7% da população mundial vivia nas cidades; nos países industrializados, essa taxa é superior a 80% (ONU, 2005). Isso significa que a relação de equilíbrio das cidades e a ruralidade foi interrompida pela segunda metade do século XX.

Recentemente, existe o debate sobre a dependência da ruralidade, devido à perda de funções de emprego. A migração das aldeias pode ser bem-sucedida devido à falta de locais de trabalho e piores condições de vida; as aldeias e as quintas "vazias", são compradas por pessoas da cidade, com objetivo de férias e recreação. As aldeias ao redor da capital tornaram-se uma espécie de "aldeias adormecidas", devido à suburbanização, ao crescimento do desenvolvimento populacional e de infraestruturas. Ambos os processos levam à perda de tradição das funções económicas das

pequenas aldeias rurais. O estabelecimento de uma cidade-ruralidade equilibrada pode formar a razão económica da existência de aldeias.

Não obstante o crescimento global da população causará grandes problemas nos alimentos e no fornecimento da água potável, nas condições de vida, emprego e uso de recursos naturais. Enquanto a população de todos os outros continentes aumenta, o número de habitantes da Europa diminui e paralelamente a esta diminuição, o envelhecimento (LYNGGAARD, 2006).

A crise demográfica dá origem à diminuição da força de trabalho e ao aumento do número e das taxas de idosos, e à crescente migração. É bastante crítico para as áreas rurais de mais pontos de vista, ou seja, a população está envelhecer, os agricultores envelhecidos atualmente não terão substituição adequada por novas gerações, a taxa de população inativa representará um imenso peso para as pessoas ativas e a imigração para áreas rurais pode resultar em conflitos culturais. É vital que a ruralidade possa ter jovens que escolham a vida rural, garantindo assim, a utilização a longo prazo dos recursos rurais (FEKETE, 2013).

## **II. 1.3. A consciência ecológica**

As sociedades pós Revolução Industrial e principalmente pós segunda guerra mundial, enfrentam um progresso ascendente na produção industrial em grande escala, propagando polos industriais e comerciais entre todos os continentes, desenvolvendo rotas marítimas e aéreas com crescente regularidade, que torna o mundo numa potencia e progresso económico de consumo e que explora quaisquer e todos os recursos possíveis para fazer crescer a economia global particularmente dos países mais favorecidos.

Após a segunda Grande Guerra, as agressões ambientais tornaram-se mais frequentes e graves pela magnitude e complexidade dos seus impactos. Levantaram-se, então, as primeiras vozes alertando para a proporção que tomavam os fenómenos de poluição. Destaca-se a publicação, em 1962, de Silent Spring de Raquel Carson, como um marco na tomada de consciência e no alerta para os danos causados ao ambiente pela poluição e para a escala, cada vez mais global, desta problemática. Carson alertou para os efeitos adversos do uso de novos e potentes pesticidas após a

segunda Guerra Mundial, que a indústria “vendia” como indispensáveis na agricultura e quotidiano dos cidadãos.

O forte crescimento económico, que mediou o período entre a Segunda Guerra Mundial e os anos sessenta, alicerçou-se num contínuo e crescente consumo de energia e matérias primas. Até então poucos duvidaram se as reservas de alguns recursos-chave do desenvolvimento permitiriam ou não sustentar, no futuro, os padrões de crescimento. Esta questão começa a surgir e toma visibilidade com o denominado Clube de Roma, em 1970. Este grupo, ainda antes do choque petrolífero, colocou o problema do rápido depauperamento dos recursos naturais, que a curto prazo comprometeria o crescimento económico.

Em 1972, as Nações Unidas organiza em Estocolmo a primeira cimeira internacional sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano. Foi o primeiro grande encontro internacional (113 países) com representantes de diversas nações para discutir os problemas ambientais face ao progressista ritmo de “desenvolvimento” económico mundial.

Seguindo a Conferência de Belgrado em 1975, “Colóquio sobre Educação Ambiental”, organizado pela UNESCO e pelo Programa das Nações Unidas para o Ambiente (PNUA), no seguimento das recomendações da Conferência de Estocolmo. Desse encontro saiu a “Carta de Belgrado”, documento conceptual de referência no âmbito da educação ambiental.

Os anos 80, acidentes de dimensões humanas e ambientais, progressivamente mais vastos e graves, levantaram a questão da segurança das instalações industriais e da sua localização dentro ou nas proximidades de áreas residenciais. Nas últimas décadas do século XX, a confiança nas indústrias e nos seus processos de laboração e armazenamento foi abalada por sucessivos desastres, alguns com repercussões além fronteiras, como exemplos o acidente de Chernobyl (1986) ou a propagação dos poluentes libertados no acidente da Sandoz (1986), na Suíça. Noutros casos, como nos relacionados com o transporte de combustíveis, as áreas vulneráveis à poluição estendem-se a todas as litorais, em cujas proximidades navegam os petroleiros que podem ter acidentes com consequências ambientais devastadoras. Estes problemas colocam novas questões que passam a preocupar as nações, a sua segurança ambiental.

Infelizmente, a maior ameaça à biodiversidade é a ação humana, movimento transformador da natureza. O abate de florestas para a prática da agricultura e da pecuária e a exploração da madeira, provoca impactos sobre o meio ambiente, como alteração na cadeia alimentar, com a extinção de espécies animais e vegetais, a erosão do solo, a poluição da atmosfera, a poluição do solo e da água com o uso de agrotóxicos e muitas outras agressões aos ecossistemas.

Foi no final da década de 1980 e início da década de 1990, que as questões da sustentabilidade ressonaram pelo mundo ocidentalizado. A primeira definição de desenvolvimento sustentável foi cunhada pelo Brundtland Report, em 1987, afirmando que “desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer o atendimento às necessidades das gerações futuras.”<sup>16</sup>

Nas décadas seguintes, grandes conferências mundiais, organizadas pelas Nações Unidas, foram realizadas, como a Rio'92, no Rio de Janeiro, em 1992, a Rio+10, em Joanesburgo, em 2002, e nesta década, em Junho de 2012, Rio+20, realizada no Rio de Janeiro. Nessas reuniões, têm sido estabelecidos protocolos internacionais a fim de rever as metas e elaborar mecanismos para o desenvolvimento sustentável. O desafio global de melhorar o nível de consumo da população mais pobre e diminuir a pegada ecológica e o impacto ambiental dos assentamentos humanos no planeta foi o grande tema em debate.

A aplicação do conceito de sustentabilidade deriva, em muitos casos, num equívoco, uma vez que a sustentabilidade não está unicamente ligada a ecologia, mas é um conceito que se divide em três facores essenciais: social, económico e ambiental. Para se desenvolver de forma sustentável, uma entidade deve atuar de forma que esses três fatores coexistam e interajam entre si de forma plenamente harmoniosa.

*“Uma actividade sustentável é Economicamente viável,  
Socialmente justa e Ecologicamente correta”<sup>17</sup>*

---

<sup>16</sup> FONTE: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/>

<sup>17</sup> MELHADO, Ana Rocha, FONTE: [www.proactiveconsultoria.com.br](http://www.proactiveconsultoria.com.br)

Falar de preservação do meio natural é também falar de preservação do conhecimento empírico, o conhecimento filosófico e/ou espiritual das populações locais desse meio. A preservação do meio natural e biodiversidade, não abrange apenas as espécies animais e a flora mas também as populações que nele habitam e que transportam um passado carregado de tradições. Neste contexto o Homem é parte integral desta biodiversidade, suas tradições e culturas, apropriação das plantas para fins medicinais, artísticos, alimentares.

*A Terra não é a adição de um planeta físico, mais a biosfera mais a humanidade, a terra é um a totalidade complexa física, biológica , antropológica, onde a vida é uma emergência da história da Terra e o homem uma emergência da história da vida terrestre. (...) A humanidade é uma entidade planetária e biosférica (...) A Terra é um pequeno contentor cósmico, tornado de maneira improvável não só um astro muito complexo, mas também um jardim, o nosso jardim. É talvez única no cosmos, está só no sistema solar é frágil rara e preciosa porque rara e frágil. Aprendemos que tudo o que é só pode nascer no caos e na turbulência e tem de resistir a enormes forças de destruição. O cosmos organizou-se desintegrando-se. O sol brilha à temperatura da sua própria explosão.” (MORIN.E., 2003:50-51)*

Como intitula Edgar Morin a uma nova tomada de consciência os “Estados da consciência planetária” quando se aproximou o momento histórico em que o problema ecológico pede que se tome consciência entre a relação humana com o cosmos. Toda a história da humanidade é uma história de interação entre a biosfera e o homem. O processo foi intensificado gradualmente com o desenvolvimento da agricultura, que modificou profundamente os ecossistemas.

*“O objecto da ciência ecológica é cada vez mais a biosfera no seu conjunto. A visão nos anos 80 de que o planeta estava sob ameaça global à vida do planeta. A tomada de consciência progressiva que teve a sua concretização no Rio de Janeiro em 1992, da necessidade de salvaguarda da humanidade e da terra. É a tomada de uma consciência ecológica.” (MORIN.E., 2003:28)*



## II. 1.4. Eco aldeia ou comunidade ecológica

Importa relatar o significado mais profundo do termo “aldeia”.

Num âmbito antropológico, Aldeia é não só um espaço funcional mas também simbólico. O papel da aldeia foi preponderante nas mudanças que levaram ao aparecimento da civilização quanto à sobrevivência humana face às destruições naturais, epidemias, guerras, ataques, etc. Mas, a Aldeia pode, assim, ser definida por um conjunto de indivíduos que descendem de um mesmo antepassado, ou, formados por um interesse comum. A aldeia, enquanto formação de civilizações passadas, era mais do que uma comunidade, era uma comuna, mas *“uma comuna-paróquia cujos alicerces mergulham nos túmulos dos antepassados génios. Eis porque o chefe da aldeia só pode ser o mais velho dos sobreviventes da geração mais antiga (...) Mas em resultado da expansão dos fenómenos de segmentação ou de cisão (separação do espaço) , tais coincidências perderam a sua pureza.”* (BATALHA, L. 2005)

Uma aldeia formada pelas gerações passadas, tendem a desenvolver sob divisão de parcelas que já não têm senão laços de parentesco muito afastados. No entanto, uma aldeia formada por uma comunidade tende a desenvolver-se em torno de um espaço comum, seja este espaço uma cozinha e cenáculo, um Ágora (espaço de reuniões e eventos), um espaço de acolhimento, que prevalece aos espaços privados, podendo, entre outros fatores, denominar-se “Aldeia comunitária”.

A aldeia dos nossos antepassados tem evoluído ao longo dos tempos e das eras, acompanhando, ou não, o desenvolvimento social e tecnológico.

A Aldeia que conhecemos dos nossos avós ou bisavós, era uma aldeia formada por uma necessidade de exploração das terras e produção agrícola, visto que a agricultura era a base de sustento das famílias que formavam a aldeia, bem como o meio de sobrevivência humana, desde os povos primitivos. A Aldeia que temos como exemplos nos dias de hoje sofreu drasticamente um forte declínio, dado o desenvolvimento na produção agrícola (feito com máquinas, por meio de estufas abrigadas por grandes estruturas metálicas, ou estábulos que não são mais construídos com materiais vernaculares e sim com blocos de cimento e coberturas metálicas, devido ao baixo custo de execução e manutenção) e a migração para as cidades, após a revolução industrial.

Hoje em dia, tem vindo a ser desenvolvido outro conceito relativamente à aldeia e ao modo de vivência (não falando já de sobrevivência).

A Aldeia deixa de ser uma escolha por necessidade e surge como uma opção de vida, uma escolha do regressar às origens, ao meio natural. Uma opção por um estilo de vida mais saudável, ecológica, enfim, mais consciente.

Na aldeia vivem pessoas com alguma relação ou apego ao espaço da aldeia, ou, pessoas que não se identificam com a urbanidade, ou, indivíduos, que por determinadas razões, optam por um estilo de vida mais rural, foi é descrito num anúncio online *“Passar a ter uma vida natural em total harmonia com a natureza, os animais e o planeta.”*<sup>18</sup>

*Eco-aldeia à procura de pessoas e famílias para viver em comunidade no norte de Portugal*

*É o convite para famílias e amigos vegetarianos que queiram viver em comunidade numa eco-aldeia no norte de Portugal, e que está a circular nas redes sociais há alguns meses, tendo já chegou à vizinha Espanha.*

*São 120.000 metros quadrados de terreno, quatro casas meio reformadas, um imóvel grande em ruínas e outros dois pequenos antigos moinhos abandonados e um antigo celeiro datado de 1860. A propriedade é banhada por um rio de água cristalina onde se pode tomar banho, num cenário marcado por rochas e grandes árvores.*

*Os mandamentos deste projeto de autossuficiência, alimentação respeitosa, espiritualidade, ecologia e educação livre:*

- 1 - A eco-aldeia funciona de maneira democrática e as decisões tomam-se por consenso*
- 2 - Cada qual vive num espaço privado (casa) e partilha os espaços comunitários*
- 3 - Existem hortas comunitárias para necessidades alimentares diárias e cíclicas*
- 4 - Existem edificações comunitárias, como escola, padaria, oficina, etc.*
- 5 - É assumida a educação das crianças*
- 6 - Apenas é comercializado economicamente o que é produzido na comunidade*
- 7 - Ajuda mútua para levar uma vida mais fácil e divertida*
- 8 - Vive-se na aldeia desde o coração*
- 9 - A presença na eco-aldeia deve ser livre de encargos económicos e dívidas*
- 10 - A eco-aldeia é de alimentação vegetariana*
- 11 - A eco-aldeia está vinculada ao seu entorno*
- 12 - Faz-se fogo com lenha, medos e egos*

---

<sup>18</sup> FONTE: <http://voltaraterra.pt/eco-aldeia/>

*Em resumo, somos famílias que amamos a natureza e reduzimos o âmbito das necessidades e a dependência do dinheiro. Auto-gestionamos a saúde, a educação, a alimentação, a energia, a ajuda mútua e tudo o que seja necessário", pode ler-se no anúncio publicado pela eco-aldeia vegetariana, frisando ainda que "cada qual vive no seu espaço, compartilhando atividades, terras e crescimento individual e grupal".*<sup>19</sup>

Embora as pessoas vivam há muitos anos em comunidades simples próximas da natureza, o conceito de eco-aldeia é novo. A sua origem data de 1991, através de um relatório sobre a sustentabilidade comissionado pela Gaia Trust.

O casal Hildur e Ross Jackson fundou em 1987, a organização Gaia Trust na Dinamarca com o objetivo de desenvolver sistemas económico e estruturas sociais que servissem de base para um novo modo de vida estruturado pela existência mais harmoniosa. Assim, para que se pudesse conduzir os princípios que desejavam a bordar, foram criadas duas entidades dentro da Gaia Trust, a Gaia Villages e a Gaia Technologies.

A Gaia Villages teve a iniciativa de criação de uma rede dinamarquesa e uma rede internacional de eco-aldeias com foco principal no conceito de eco-aldeia devido ao grande interesse pela questão da comunidade.

Em paralelo, a Gaia Trust adquiriu a Fjordvang, uma quinta no Oeste da Dinamarca que estava a ser utilizada há pelo menos 25 anos, como um centro internacional de estudos e seminários.



Fig. 05: Paisagem rural no Norte de Portugal



Fig. 06: Eco aldeia comunitária, Portugal

<sup>19</sup> FONTE: <http://voltaraterra.pt/eco-aldeia/>

Por outro lado, o relatório Gilman, em 1991, demonstrou que embora a existência de diversas comunidades culturalmente distintas, a eco-aldeia ideal não existia. Embora, no seu todo, os projetos que já existiam forneciam uma visão geral de uma nova cultural e estilo de vida bastante real.

Assim, com base no relatório, a Gaia Trust convidou 20 pessoas pertencentes a algumas das eco-aldeias e sociologistas globais a participar num encontro em Fjodvang com a finalidade de debater a estratégia para o desenvolvimento e a difusão do conceito de comunidade e modo de vida sustentável.

Os primeiros membros desta rede foram a Findhorn Community na Escócia, The Farm no estado do Tennessee, Lebensgarten na Alemanha, Crystal Waters na Austrália, Ecoville na Rússia, Gyûrûfû na Hungria, The Ladakh Project na Índia, The Manitou Institute no Colorado e a Rede Dinamarquesa de Ecoaldeias. Na altura a Gaia Trust ainda não tinha contato com a Auroville na Índia e não sabiam da existência de Damanhur na Itália, ambas comunidades conhecidas por serem das que mais habitantes têm.

Diversas comunidades internacionais optaram por assumir a designação de eco-aldeia, e desta forma contribuíram para o crescimento e expansão do movimento. A Global Ecovillage Network (Rede Global de Eco-Aldeias) fundada no ano de 1995, desempenhou um papel fundamental como elo de ligação entre as várias eco-aldeias autónomas e projetos similares.

Os três anos seguintes, representaram um período de estabelecimento e desenvolvimento de redes com a liderança de três secretários regionais. E, assim, foram construídas três redes autónomas com a finalidade de cobrir todo o território global, nomeadamente, a *Ecovillage Network of the Americas* (ENA), com nove redes biorregionais; a GEN-Europe, que estabeleceu quinze redes nacionais e também cobrir o continente Africano nesse período; a GEN Ásia/Oceânia (GENOA), que cobriria inicialmente a Austrália, a Nova Zelândia, Sri Lanka e apenas alguns países asiáticos, visto que as distâncias e os meios de comunicação mais primitivos seriam um grande obstáculo.

Conforme Kosha Joubert, diretor executivo da Global Ecovillage Network, as Eco aldeias ou aldeias ecológicas são comunidades tradicionais ou intencionais com objetivos de serem mais sustentáveis ecologicamente, economicamente, culturalmente e socialmente de forma a regenerar os impactos naturais e sociais.

São normalmente constituídas entre 1 a 150 indivíduos adultos e menores, Eco aldeias com uma escala maior são normalmente o resultado de uma rede de subcomunidades. São planeadas conscientemente de modo a todos participarem ativamente na regeneração e formação de produtos e alimentos ou prestação de serviços para a comunidade. Da eco aldeia fazem parte todos os que nela participam, mesmo os que residem fora do seu espaço mas os que, por sua vez, contribuem para o seu andamento.

Os membros da eco aldeia estão ativamente unidos pelos mesmos valores ecológicos, sócio económicos e culturais ou espirituais. O seu foco concentra-se em torno do uso de meios manuais de abastecimento de água, o uso de fontes de energia renováveis, reciclagem de lixos e aproveitamento dos recursos naturais e locais. As novas comunidades tendem também a quebrar as formas tradicionais e a optar por meios alternativos de reprodução. Estabelecem um desapego à urbanização, ao consumismo e ao desperdício colectivo.

Algumas comunidades rurais optam também por novas alternativas às tradicionais normas de comunidade, umas mais independentes, outras mais liberais, o objetivo é viver de acordo com os ciclos da Natureza, embora estes indivíduos possam viver fora do espaço da aldeia ou mesmo trabalhar fora da aldeia. O ponto fulcral na perseverança da eco aldeia está em minimizar o impacto ecológico ou, em alternativa, regenerar o impacto.

Embora tenha referido anteriormente que a Aldeia, em tempos contemporâneos, é procurada enquanto opção ou escolha de um estilo de vida e não por necessidade, há contudo uma antítese nesta afirmação. Este modo de vida enquanto opção surge também de uma necessidade, não uma necessidade de sobrevivência, como nos nossos antepassados, mas por uma necessidade de subsistência. Aqueles que por várias razões não encontram na cidade condições satisfatórias de alcançar a vida mais saudável que procuram, ainda que o seu posto de trabalho seja na cidade, ou porque precisamente não têm um posto de trabalho fixo, com motivos diversos, é a tomada de consciência que leva os “novos rurais” a mudar o ciclo de migração e a dar início a um êxodo urbano.

## II. 1.5. O Eco turismo

O turismo é atualmente a maior indústria mundial, os países e cidadãos estão de portas abertas ao turismo. À exceção dos países em situação de guerra, as sociedades e economia de todos os países estão dependentes do fluxo de turismo que alimenta os investimentos e os ciclos de produção bem como dá garantias a empregabilidade e desenvolvimento económico e social. No entanto, chegamos a um novo momento, um momento que proporciona novas oportunidades e faz surgir novos conceitos, o momento em que o viajante está cada vez mais exigente com as ofertas, porque já não basta viajar para um país diferente, o turista quer assistir a outras experiências e acima de tudo quer sair do seu contexto habitual, normalmente o contexto urbano de mover-se de carro ou transportes públicos e mesmo um contato profundo ou mais detalhado com a natureza e a sua energia.

O "turismo de natureza" tem sido um tipo de turismo muito procurado e em crescente expansão. Segundo dados estatísticos da Organização Mundial do Turismo (OMT), enquanto o turismo convencional cresce 7,5% ao ano, o ecoturismo está crescendo entre 15 a 25% por ano. Em resposta a este novo estilo de turismo, um novo conceito de uma ética mais naturalista surge com força, o "Eco turismo", proporcionando formas de explorar a natureza sem causar grandes impactos ao meio natural que se deseja explorar.

Como diz Pedro Bingre, da Escola Superior Agrária de Coimbra (2012), "todos os anos cerca de 500 mil pessoas procuram os espaços naturais portugueses, dispondo-se a gastar entre 100 a 170 € por dia em atividades de ecoturismo. Deste número de visitantes cerca de 20 mil provêm do estrangeiro. Este efetivo tende, porém, a aumentar: Portugal é visto pelos europeus como um aliciante destino de Turismo de Natureza. Como ainda é relativamente escassa (comparativamente a outros destinos)



Fig. 07: ZMAR - empreendimento de Turismo Ecológico, Odemira, Portugal



a publicidade internacional dada aos nossos parques naturais e outras áreas protegidas, a sua promoção publicitária irá decerto provocar um aumento da procura destes espaços.”<sup>20</sup>

Eco turismo, turismo ecológico ou turismo da natureza, são três expressões com o mesmo conceito, considera viagens a áreas naturais como uma atividade responsável, que incentiva a conservação do património natural e cultural e busca a formação de uma consciência ambientalista nos turistas através da interpretação do ambiente.

Ecoturismo é também um segmento turístico em que a principal motivação do turista é, a observação e apreciação da natureza, contribuindo para sua preservação e a conservação dos recursos do destino escolhido, que deve ser aproveitado de forma “ecologicamente suportável a longo prazo, economicamente viável, assim como ética e socialmente equitativo para as comunidades locais”, segundo a OMT (Organização Mundial do Turismo).

O turismo sustentável é mais que um segmento do turismo, representa, na verdade, um conceito dentro do qual se encaixam todos os “tipos”, como ecoturismo, turismo rural, turismo da natureza, turismo de aventura. Envolve questões como a gestão dos recursos naturais, económicos, sociais e ambientais, e mantém a diversidade biológica e cultural. Segundo a Organização Mundial de Turismo e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, os princípios do Turismo Sustentável “são aplicáveis e devem servir de premissa para todos os tipos de turismo em quaisquer destinos”.

Na legislação portuguesa, a forma de praticar um turismo consciente e em sintonia com o meio ambiente local, designa-se como Turismo rural. Comunica o artigo 4º, “A classificação como empreendimento de turismo no espaço rural atenderá ao enquadramento paisagístico, às amenidades rurais envolventes, à qualidade ambiental e à valorização de produtos e serviços produzidos na zona” em “áreas com ligação tradicional e significativa à agricultura ou ambiente e paisagem de carácter vincadamente rural.” (Portaria n.º 937/2008 de 20 de Agosto).

O turismo rural pode ser uma variante de ecoturismo com um enfoque direto na participação ativa de um estilo de vida rural. Ligado às estruturas sociais ditas tradicionais que conservam as características gregárias, os valores e o estilo de vida das comunidades rurais. A tendência do êxodo rural leva, por sua vez, os cidadãos com vontade e interesse em visitar as áreas rurais e compreender os modos de vida, os costumes e a sua cultura. A vida rural e os seus acontecimentos torna-se, assim,

---

<sup>20</sup> FONTE: <http://apgvn.blogspot.pt/2012/09/> - consultada a Junho 2017

um evento, um show daquilo que não se vê nas cidades, uma “telenovela” real ao vivo, as atividades rurais vertem-se num “National Geographic” ao vivo e em tempo real.

Há, porém, uma diferença entre o turismo rural e turismo ecológico, com os mesmos princípios vernaculares, sociais, culturais, o turismo ecológico pode ter uma vertente mais global, até mesmo internacional. Muitas vezes opta por soluções ecológicas alternativas e inovadoras, que mesmo situado no espaço rural, não tem de transportar os mesmos valores culturais ou recorrer aos recursos locais. O caso da Zmar, em Odemira, Portugal, 81 hectares em espaço natural, com alojamentos em banda, sem fundações, construídos com materiais naturais, predominantemente madeira, piscina natural, painéis solares, equipamentos de baixo consumo energético, tratamento das águas residuais para sistema de rega e uso de sistemas de reciclagem, cerca de 380 toneladas de plástico foram convertidas em mobiliário urbano. O seu conceito tem como base a sustentabilidade ambiental, social e económica. Evoca não só a natureza como especialmente o ambiente gerado, o desporto tem uma presença patente, com campos de ténis, padel, um polidesportivo, tiro com arco, piscina natural e ginásio. A Zmar organiza todo o tipo de eventos com pessoas de todo o mundo, com um pavilhão com cerca de 1000m2 com capacidade para 450 pessoas sentadas. A Zmar é considerada um hotel rural pela legislação, artigo 8º “São hotéis rurais os hotéis situados em espaços rurais que, pela sua traça arquitectónica e materiais de construção, respeitem as características dominantes da região onde estão implantados” (Portaria n.º 937/2008 de 20 de Agosto). Embora localizada num espaço rural, respeitando as características da região no seu traço arquitectónico, é sobretudo um empreendimento de ecoturismo pois não transporta a essência social de um turismo rural e regional, por sua vez promove eventos internacionais. (Figuras 08 e 09)

Estes conceitos de turismo ecológico ou turismo sustentável podem ainda ser



Fig.08 e 09: ZMAR - empreendimento de Turismo Ecológico, Odemira, Portugal



ambíguos e paradoxos. O eco turismo foca-se num tipo de viagem socialmente e humanamente responsável pelo meio ambiente. Mas, contraditoriamente, muitos dos destinos são alcançáveis por meios aéreos ou marítimos, que por sua vez, as emissões de dióxido de carbono na atmosfera são uma das principais causas do efeito do aquecimento global.

Porém, ainda que tenha uma série de implicações que possam pôr em causa o seu verdadeiro significado e coerência, o Eco turismo visa não só reduzir o impacto ambiental em opções mais conscientes com o meio ambiente, como também, visa educar, ensinar e exibir soluções para um modo de vida mais equilibrado. O objetivo é minimizar os aspectos negativos do turismo convencional, adaptando-se no meio envolvente e na integridade cultural das populações locais. Promove sistemas solutos de reciclagem, eficiência energética, captação e tratamento de água e ao mesmo tempo admite novas oportunidades no enriquecimento das comunidades locais.

A International Union for Conservation of Nature (IUCN) define o Eco turismo como: *"Environmentally responsible travel to natural areas, in order to enjoy and appreciate nature (and accompanying cultural features, both past and present) that promote conservation, have a low visitor impact and provide for beneficially active socio-economic involvement of local peoples."*<sup>21</sup>

Um estabelecimento turístico em áreas naturais não significa por si só tratar-se de um Eco turismo ou turismo sustentável. O eco turismo distingue-se pela ênfase na conservação natural, educação ambiental, na responsabilidade social e na participação ativa das comunidades locais. Já o turismo sustentável não tem que necessariamente desenvolver atividades na natureza, um estabelecimento turístico na cidade pode ser sustentável desde que cumpra com os requisitos para um impacto reduzido.



Fig.10: A Terra – Eco camping , Zambujeira do Mar



Fig.11: Green Village – Eco Resort, Bali, Indonésia

<sup>21</sup> FONTE: <https://www.iucn.org/>

O sector do ecoturismo tem crescido com taxas anuais superiores a 7% desde meados da década de 1990, um ritmo de crescimento superior à generalidade das atividades económicas. Especializa-se na oferta de experiências de lazer desportivo e cultural em espaços naturais, gerindo as atividades turísticas conforme preceitos de sustentabilidade social, ambiental. Segundo a Organização Mundial de Turismo, um organismo intergovernamental pertencente às Nações Unidas, todos os anos mais de 60 mil milhões de euros de serviços eco turísticos são adquiridos no mercado global. Somente na Europa se adquirem, a cada doze meses, mais de 22 milhões de viagens internacionais com o intuito de realizar Turismo de Natureza, ou seja Ecoturismo praticado em Áreas Naturais Protegidas. Na medida em que os destinos turísticos clássicos em espaços urbanos tendem para a sobrelotação, e que a opinião pública se torna cada vez mais atraída pelos valores ambientais, espera-se que o sector do Ecoturismo continue a crescer pelo menos até 2020, ano em que faturará mais de 25% das receitas do sector turístico em geral.<sup>22</sup>



Fig. 12: Eco Turismo, A Terra, Zambujeira do Mar, Portugal

<sup>22</sup> FONTE: <http://naturlink.pt/print.aspx?menuid=20&cid=63963&viewall=true&print=true>

## **II. 2. Notas conclusivas**

Após uma breve análise às questões de desenvolvimento ambiental, emergentes num contexto de rápido progresso e avanços socioeconómicos e tecnológicos, vimos como as comunidades regionais podem desenvolver projectos de estratégia sustentável para o desenvolvimento social e ambiental através do uso e produção de recursos naturais.

Com base nestes planos de estratégia ambiental, comunidades, regionais e locais, criam projectos com vista à promoção dos espaços naturais com base em soluções ecológicas em relação com o seu meio natural, promovendo, ao mesmo tempo, a educação ambiental.

Com base em registos e obras analisadas, os conceitos de Eco-aldeia e Ecoturismo, servem como orientação metodológica para a análise do presente estudo, seleccionando casos de comunidades inseridas num contexto internacional, onde materiais com forte cariz ecológico, como o bambu, é utilizado com vista a promover o desenvolvimento sustentável, local e regional.

### III. Soluções ecológicas para um futuro económico-sustentável

Após uma abordagem à situação atual de crise, tanto económica como ambiental, que assola o mundo, onde vimos que o problema tem tendência para crescer caso não sejam tomadas as devidas prudências, em que, inclusivamente, foram expostas duas situações que têm contornado as questões de crise e insustentabilidade local, como o caso da Eco aldeia ou aldeia ecológica, e, a prática de Eco turismo. Dois conceitos que sempre existiram, mas que ganham consideração com o progresso da industrialização e como o resultado dos hábitos de consumo das atuais sociedades.

Neste capítulo, faremos uma abordagem mais focada em práticas que surgem de soluções com vista a um progresso mais ecológico.

A origem da palavra “ecologia” vem de dois vocábulos gregos “*oikos*” e “*logos*”, que significam respetivamente, casa e ciência que fundidos no português representa “ciência do Habitat” ou dos ambientes (Carvalho, 1984).

De acordo com Carvalho (1984: 21), a “Ecologia é o estudo da Natureza da vida terrestre (...) o estudo do comportamento de todos os organismos vivos entre sie entre a parte não viva do planeta, como as rochas a água e o ar. A este conjunto resolveu-se chamar Biosfera (esfera da Vida), do mesmo modo que também se apelidou a camada de ar e vapor d’água que envolve nosso planeta de atmosfera (esfera de vapor), hidrosfera às águas dos mares, dos rios e do subsolo (esfera de água)”.

O desenvolvimento da ecologia industrial é uma tentativa de fornecer um novo quadro conceitual para compreender os impactos no ambiente. Os problemas ambientais são sistémicos e, portanto, exigem uma abordagem de sistemas para que as conexões entre as práticas, atividades humanas e ambientais, bem como os processos ecológicos possam ser mais facilmente reconhecidos.

A abordagem de sistemas oferece uma visão holística dos problemas do meio ambiente, tornando-os mais fáceis de identificar e resolver. Como exemplo, o parque Eco-Industrial Kalundborg, na Dinamarca representa uma tentativa de criar uma plataforma altamente integrada do sistema industrial que otimiza o uso de subprodutos e minimiza o desperdício deixado pelo sistema (Figura 13).

Os seres humanos são apenas um componente do complexo de interações ecológicas, ou seja, as atividades não podem ser separadas do funcionamento de todo o sistema, como por exemplo, a saúde humana depende da saúde de outros componentes do ecossistema. É importante que as atividades industriais não causem roturas catastróficas aos ecossistemas ou que degradem lentamente a estrutura e a função, comprometendo a longevidade da estrutura ambiental do planeta.

Os países desenvolvidos atualmente utilizam uma quantidade desproporcionada de recursos em comparação com os países em desenvolvimento, pois existem desigualdades entre as políticas sociais e económicas. Esgota os recursos naturais, degradando a saúde ecológica, com a finalidade de atingir os objetivos a curto prazo e pode comprometer a capacidade das gerações futuras. As desigualdades intersociais também existem pelo desequilíbrio do uso de recursos entre os países em desenvolvimento e os desenvolvidos.

De acordo com Fritjof Capra (1996), os problemas ecológicos enfrentados pela sociedade atualmente, estão enraizados na falta de compreensão da nossa posição da vida terrestre. Uma parte fundamental da alfabetização ecológica é reconhecer os sistemas vivos.

Os sistemas vivos são sistemas abertos e auto-organizados que possuem a característica especial da vida e que interagem com o seu meio ambiente através de intercâmbios de informações, materiais e energia. Exemplos de sistemas vivos incluem o corpo humano, ou uma floresta, ou um rio, bem como organizações, como comunidades ou escolas.

O paradigma ecológico faz parte de uma transição para a sustentabilidade, ou seja, atende o bem-estar humano enquanto reduz substancialmente a pobreza e conserva os sistemas de apoio à vida do planeta. A sustentabilidade é, não apenas sobre necessidades básicas e sobrevivência humana, a sustentabilidade é o processo para criar uma sociedade saudável (Goleman, 2009).



Fig. 13: Parque Eco-Industrial Kalundborg, Dinamarca



“Uma comunidade verdadeiramente sustentável está viva - nova, vital, evolutiva, diversa, dinâmica. Apoia a saúde e a qualidade de vida das gerações presentes e futuras enquanto vivem dentro dos limites de seus sistemas sociais e naturais. Reconhece a necessidade de justiça, e as sustentações físicas, emocionais, intelectuais, culturais e espirituais. Trata-se da ética que orienta a sociedade humana, incluindo a responsabilidade pelo desenvolvimento social e pelas consequências ambientais das nossas atividades.” (MICHAEL, 2009)

Nos últimos anos, alguns estudiosos aplicaram uma multiplicidade de métodos, ferramentas e técnicas antigas e novas, tais como Owen (2009) reconhece que as cidades famosas podem lutar contra o problema do meio ambiente. Forman (2014), associa as atividades urbanas, o planeamento e a ciência ecológica na análise das regiões. Por outro lado, Mostafavi & Doherty (2010) define uma nova abordagem sensível, identificando constrangimentos pela sua materialização; e Reed & Lister (2014) através de uma revisão e atualização sobre os pensamentos ecológicos e teorias, usou os avanços em pesquisa e modelagem, na teoria social, para encontrar novas formas de unificar a ecologia e o design, fornecendo grandes contribuições para a prática do urbanismo ecológico.

Alguns estudos refletem a maneira como diferentes abordagens projetam e relacionam os “insights” da ecologia, especialmente do planeamento ambiental e a ecologia da paisagem, como ênfase da biodiversidade (Spim, 2013).

A maior inovação de todas será a revolução de mentalidades de todos os intervenientes, desde o promotor ao consumidor, altura em que se conseguirá uma alteração profunda no que respeita ao desenvolvimento sustentável na construção. Além de fator de bem-estar para a Humanidade e elemento chave na melhoria da qualidade de vida das gerações futuras, esta área será então uma fonte de inspiração para arquitetos e engenheiros. Impõe-se, para tal, uma mudança profunda na organização e estruturação de todo o sector da construção e do projeto arquitetónico.

O aproveitamento de recursos – quer humanos, quer materiais – locais são uma necessidade premente para reduzir custos, tanto económicos, como sociais ou ambientais. A aplicação da standardização é um dos meios para redução de alguns dos pesados efeitos da construção: implica a produção de uma peça inteiramente em fábrica, sendo apenas necessário o seu transporte para o local de edificação, o que elimina uma parte da poluição causada pela construção in situ, pois esta implica o transporte de todos equipamentos para o respetivo local de obra, provocando a

movimentação de pesadas máquinas produtoras de gases de efeito de estufa. Assim, a produção industrial permite poupar energia e reduzir tempos e custos de construção, assim como contribui para a redução da produção de desperdícios e detritos no local do projeto (Reed & Lister, 2014).

### III 1. Modos de vida ecológicos:

#### 1.1. Opções ecológicas: permacultura, energias renováveis, tratamento de águas residuais e pluviais, reciclagem

Hoje em dia, surge a necessidade de um projeto arquitetónico recorrer a matérias locais, bem como, sabedorias de construção e seleção de materiais com base em boas práticas ancestrais de respeito pela exploração de recursos. O que significa incluir materiais que na sua maioria não têm agentes tóxicos, compostos orgânicos voláteis, que não libertem micropoluentes e que com um baixo nível de energia embebida. A utilização na construção de materiais certificados ambientalmente – tanto pelo rótulo ecológico como por outros sistemas de certificação reconhecidos – assegura o seu baixo impacto, sendo fundamental a avaliação do seu ciclo de vida.

A **permacultura** incentiva a restauração do equilíbrio do nosso meio ambiente através da aplicação prática de princípios ecológicos. No sentido mais amplo, a Permacultura refere-se a sistemas de uso da terra que utilizam recursos de forma sustentável.

De uma filosofia de cooperação com a natureza e entre o cuidar da Terra e as pessoas, apresenta uma abordagem para projetar ambientes que têm a diversidade, a



Fig.14: A Horta do Zé, Porches



Fig.15: Design de canteiros agrícolas Horta do Zé

estabilidade e resiliência dos ecossistemas naturais, para regenerar a terra danificada e para reservar os ambientes ainda intactos.

A Permacultura é um conceito prático aplicável da cidade para a região selvagem, permitindo-nos estabelecer ambientes produtivos que proporcionem a nossa alimentação, a energia, abrigo, necessidades materiais e não materiais, bem como a economia social e económica e as infraestruturas que os apoiarão. É uma síntese de ecologia e geografia, observação e design. A permacultura abrange todos os aspetos dos ambientes e cultura humana, urbano e rural, e o seu impacto local e global. Envolve a ética do cuidado da terra porque o uso sustentável de terras não pode ser separado de questões de estilo de vida e filosofia. Representa assim, o design como processo consciente que envolve a colocação e o planeamento de elementos, coisas e processos em relação uns com os outros. Como tal, é uma maneira de pensar, os padrões de pensamento que determinam as nossas ações, de modo que a permacultura torna-se uma maneira de viver.

Os Princípios de Permacultura foram definidos de várias maneiras nos últimos 25 anos, na Introdução de Mollison à Permacultura e Permacultura - um Manual de Designers e, mais recentemente Permacultura de Holmgrens: princípios e caminhos além da Sustentabilidade. Essas sucessivas redefinições representam alguns conceitos fundamentais como princípios orientadores:

- Tudo está conectado a tudo o resto;
- Cada função é suportada por muitos elementos;
- Cada elemento deve atender a muitas funções;
- Tudo funciona nos dois sentidos - dualidade nas coisas; positivo/negativo;
- Tudo funciona de muitas maneiras - diversidade de funções, rendimentos, relacionamentos;
- Soluções e não problemas - procurar oportunidades / reajustar relacionamentos;
- Cooperar e não competir - isso aplica-se aos sistemas naturais e humanos e relacionamentos entre diferentes elementos;

As características típicas dos sistemas de permacultura podem incluir os sistemas de pequena escala e padrões de uso da terra no contexto de todo o sistema de pensamento e design, maximizar os recursos e o uso do espaço, a diversidade de espécies, cultivares, rendimentos, microclimas, habitats, funções e relacionamentos funcionais, inclui igualmente, a equidade intergeracional, a conservação e uso de espécies selvagens e naturalmente seleccionadas, incluindo a conservação de raças



tradicionais e de herança; a integração da agricultura, horticultura, gestão de ecossistemas, tecnologia e a arquitetura com planeamento social e abrangente

Muitas ecovillages ecologicamente orientadas começaram a partir da perspetiva de desenvolvimento de estilos de vida de baixo impacto. Eles querem reduzir a "pegada ecológica" em até 80%.

O design da permacultura tem sido o seu principal método de escolha. Iniciou-se há 30 anos, através de Bill Mollison, e realizado por David Holmgren, Max Lindegger, Declan Kennedy e milhares de outros designers de permacultura em todo o mundo. Baseia-se nos valores do "cuidado da terra e das pessoas". Foi desenvolvido principalmente a partir da perspetiva da habitação unifamiliar e como as casas foram melhor integradas na natureza.

É dada grande atenção às bacias hidrográficas e seguindo os contornos das encostas da paisagem, uma característica distintiva do design da permacultura. Inclui a colocação de casas de acordo com as quatro direções, exposição ao vento e Sol, frequência de chuva, criação de microclimas, capacidade de retenção de água, etc. A implantação e a arquitetura das casas são baseadas nestas observações e seguem os princípios de construção ecológica. Nos modelos de permacultura são também escolhidos materiais naturais para estruturas de apoio à sua prática, como estufas, barreiras de proteção, entre outros, o bambu e, no caso da zona mediterrânea, a "cana de rio", são muito usados como matéria local de fácil uso e adaptação.

As mesmas considerações são utilizadas para a colocação e os métodos de produção de alimentos, atividades, produção de energia renovável, instalações de tratamento de águas residuais, reciclagem de resíduos, e empresas verdes. Restauração de habitats naturais e diversidade da natureza são princípios orientadores de permacultura.



Fig.16: A Horta do Zé, permacultura



Fig.17: Design de canteiros Horta do Zé

Na área da construção, o fascínio pela tecnologia na resolução de todos os problemas e a inconsciência da capacidade finita dos recursos provocaram o esquecimento de boas práticas ancestrais. Inaugurou-se então uma época em que parte dos princípios básicos de construção foi substituída por interesses económicos ou estéticos. Para suplantar o desconforto, foi necessário introduzir soluções tecnológicas – como sistemas de iluminação e climatização artificiais – aumentando imenso os consumos energéticos. Prática que se tornou um problema quando a Humanidade enfrentou a questão da escassez de combustíveis fósseis e do aquecimento global.

Para um design passivo eficaz e eficiente, é necessário compreender que não existe uma solução ótima e aplicável a todas as situações, mas há inúmeros mecanismos que devem ser selecionados no sentido de se encontrar uma solução adequada para determinado local. Alguns fatores que podem afetar esta escolha são a localização numa cidade ou no campo, na montanha ou numa planície ou a quantidade de radiação solar recebida diariamente.

A energia solar – a maior fonte de energia utilizada na arquitetura Bioclimática, que depende da trajetória do Sol e da duração da exposição solar. É importante ter uma ideia da sua trajetória e do número de horas de Sol recebidas ao longo do dia e do ano: a trajetória solar define a duração da exposição solar, e o ângulo de incidência dos raios solares determinam a intensidade da radiação. No hemisfério Norte (acima do trópico de Câncer), só há dois dias por ano em que o eixo de rotação da Terra é perpendicular ao plano do seu movimento em torno do Sol: o equinócio da Primavera e o equinócio do Outono. Nestes dias, o tempo de dia é exatamente igual ao tempo de noite e o Sol nasce precisamente a Leste e põe-se a Oeste.

A energia solar recebida por qualquer superfície chega de três fontes: radiação direta, a forma mais intensa; radiação difusa, aquela que foi difundida em todas as direções pelas moléculas de ar e por partículas atmosféricas; e radiação refletida por outras superfícies. Num dia de céu limpo, chega ao solo cerca de 50% da percentagem de radiação emitida pelo Sol, sendo a percentagem de radiação difusa baixa. Num dia com nuvens, a radiação difusa pode variar entre 10 a 100% da radiação que chega ao solo.

A temperatura: depende da radiação solar, do vento, da altitude e da natureza do solo. O Sol aquece a atmosfera indiretamente, pois o solo acumula a energia solar que recebe, e volta a emitir o calor através de radiação e convecção. A propagação deste calor é assegurada ou por condução ou por difusão, através da turbulência do ar

(vento). Durante o dia, a temperatura sobe, como resultado de uma maior quantidade de radiação direta incidente, invertendo-se o processo à noite. Para estudar o comportamento térmico de uma casa, é importante conhecer os modos de transmissão de calor, que são três: condução, em que o calor se propaga através de continuidades materiais – cada material possui um coeficiente de condução de calor, indicando se é um bom isolante ou um bom condutor térmico; por convecção, onde o calor se transfere de um meio sólido para um fluido que escoa sobre esse líquido, e pode ser definida como natural – gradientes de temperatura provocados por ar frio, mais denso e, por isso, desce, ou ar quente, menos denso e, por isso, sobe – ou forçada, com origem em ventos ou ventoinhas – é mais eficiente; ou através de radiação, o modo pelo qual a energia solar alcança a terra, e aquilo que todos os corpos emitem (eletromagnética) em maior ou menor intensidade, o que determina a sua temperatura.

**A humidade:** ar seco e vapor de água é a composição do ar, e esta grandeza traduz a percentagem de água que o ar contém, valor influenciado pela temperatura do ar e pelo volume de precipitações, pela vegetação, pelo tipo de solo e pelas condições climáticas – a exposição solar e os ventos. A humidade influencia a sensação de bem-estar visto pois o corpo regula a temperatura através da evaporação.

**O vento:** resulta da deslocação de uma massa de ar maioritariamente na horizontal, de uma zona de alta pressão (massa de ar fria) para uma zona de baixa pressão (zona de ar quente). Vários parâmetros – como a topografia e a altitude – afetam a sua existência e a sua velocidade. É, geralmente, uma vantagem no Verão, ao arrefecer a atmosfera, e uma desvantagem no Inverno, porque contribui para o arrefecimento dos edifícios por convecção.

**A água:** as massas de água em pequena ou larga escala têm uma grande influência sobre o microclima de um local, pois regulam as flutuações de temperatura agindo como tampões térmicos. De facto, a vaporização da água é um processo endotérmico, ou seja, retira energia do meio ambiente, a chamada energia de vaporização. Assim, quando a água evapora permite um certo arrefecimento da zona circundante. Foram já utilizados por diversas vezes dispositivos que ao pulverizarem um local permitem a diminuição da temperatura de alguns graus – como aconteceu com as fontes e jatos de água espalhados pelo recinto da Exposição Universal de Sevilha em 1992 ou os famosos “vulcões de água” da Expo 98 em Lisboa.

**A vegetação:** protege, de forma sazonal, os edifícios, refresca-os através da evapotranspiração e filtra o pó em suspensão no ar. Contudo, é necessário ter em atenção a escolha das plantas consoante os objetivos pretendidos, ou seja, escolher vegetação de folha caduca para sombrear no Verão, mas não no Inverno.

A inércia térmica: um conceito que depende do facto de um corpo aquecer quando a temperatura do meio que o envolve sobe: se a temperatura sobe lentamente diz-se que o corpo tem uma grande inércia térmica, enquanto se a temperatura subir rapidamente diz-se que o corpo tem baixa inércia térmica. A inércia térmica depende grandemente dos materiais utilizados na construção do edifício. Se as casas bioclimáticas tiverem uma baixa inércia térmica, vão reagir rapidamente à radiação solar, aquecendo depressa durante o dia e arrefecendo velozmente à noite. Por outro lado, casas com grande inércia térmica vão manter-se mais tempo frescas durante o dia, enquanto armazenam calor, que libertarão lentamente à noite. Assim, importa referir o atraso (da temperatura interior em relação à temperatura exterior) e o amortecimento (os picos de temperatura interior são amenizados).

Outras técnicas menos passivas envolvem a conversão de energia solar em energia elétrica, através de painéis solares fotovoltaicos – a eficiência situa-se entre os 15% e os 17% – com efeitos estéticos agradáveis e a vantagem de os painéis, que são de vidro, ainda atuarem como isolantes térmicos e acústicos, ou de tecnologia de coletores solares, que acresce ao anterior a possibilidade de aquecimento da água (a poupança nos gastos de energia ronda os 70%), alargado ainda a utilização como aquecimento central. Outros sistemas são as bombas de calor geotérmicas, tecnologia menos comum – aproveitam o calor gerado no interior do planeta para o aquecimento do ambiente – e as mini-turbinas eólicas, que geram eletricidade através do aproveitamento da energia do vento, reduzindo os gastos energéticos para metade ou até em 90%, método bastante disseminado tanto na Europa (em Portugal há certas regiões ventosas onde o seu uso pode ser a escolha mais acertada) como nos Estados Unidos da América.

**A reciclagem** é um dos fatores decisivos na redução da produção de resíduos da construção e demolição, ao possibilitar aos materiais uma segunda vida, reduzindo o desperdício. Por exemplo, o alumínio, cuja quantidade extraída para obter uma unidade de material puro ou ecológico de construção é de 85Kg, quando reciclado diminui esse peso ecológico para 3,5Kg. A reutilização atenua ainda a procura e produção de novos materiais, o que é igualmente benéfico a nível ambiental, pois o processo de reciclagem de um material traduz-se num menor consumo energético e

numa menor produção de gases com efeito de estufa, comparado com a produção de materiais novos.

### **Alguns dos materiais reciclados para construção são:**

A pedra – produto com um período de existência tão longo como o da vida do edifício, provoca uma série de resíduos, embora não sejam tóxicos, no ato da sua demolição, mas reciclada – reaproveitada – diminui o impacto ambiental da sua extração e redução dos resíduos, além da vertente estética que traz a qualquer construção.

O betão – principal material usado em construções, compõe metade de todo o lixo proveniente da construção e demolição, mas pode ser reciclado como agregado, para aplicação em pavimentos.

A cortiça – já mencionada, produto vegetal produzido sem recurso a agentes sintéticos, com admiráveis propriedades isoladoras, mantém as propriedades físicas e mecânicas por tempo indeterminado, o que a torna elemento economizador de recursos naturais, também pode ser facilmente reciclada para utilizações similares às da primeira em segunda vida, como granulado de cortiça.

Os aglomerados – aproveitamento de diversos tipos de desperdícios, ou sobras de produção, de materiais, podem ser reciclados na produção de painéis ou blocos de aglomerados. Como por exemplo, conjuntos formados por restos de madeira, palha e bambu para painéis de MDF (medium density fiberboard) para aplicação em soalhos, ou ainda aglomerados de desperdícios de cimento e vidro a utilizar como bancadas de cozinha ou pavimentos exteriores.

No contexto da construção de baixo custo com materiais reciclados, deve-se especial atenção a Michael Reynolds, conhecido como “The Garbage Warrior”, o arquiteto Norte americano desenvolveu o seu trabalho na conversão de sucata em casas de baixo custo e baixo consumo em áreas desérticas dos estados de Novo México e Texas, nos Estados Unidos da América. A sua arquitetura residencial é conhecida como naves terrestres, é uma arquitetura bioclimática usando materiais industriais usados, desde pneus de carros e camiões para fundações e muros de contenção, ao uso de mosaicos e garrafas de vidro para revestimento de paredes. Reynolds, usa em sua arquitetura painéis solares de baixo custo, colectores de águas pluviais, e, estufas de vidro na frente das casas, no inverno, raios de sol aquecem a frente da casa com a

incidência sobre o vidro, no verão, as janelas de vidro são abertas, criando entradas de ar e com as plantas e vegetais desenvolvidos que ajudam a refrescar o ar interior.

Desta forma, não restam dúvidas, de que muito ainda há a fazer para construirmos uma sociedade cujos modos de vida sejam compatíveis com o funcionamento dos sistemas naturais, a preservação dos recursos e a manutenção dos desperdícios.

## 1.2. Arquitetura natural

Até meados do século XX, o homem foi de certo modo obrigado a considerar as condições climáticas.

Com a revolução industrial, a descoberta de novas tecnologias e materiais como o aço e o betão, permitiram desafiar a arquitetura tradicional em pedra, operando grandes transformações técnicas no domínio da arquitetura.

Com a expansão/globalização do estilo internacional, indiferente ao Clima e à Cultura locais, verificou-se a intensificação do uso de sistemas de climatização.

Na década de 70, a crise energética despoletou os primeiros problemas relacionados com os recursos energéticos e consequentemente as primeiras reflexões inerentes ao conceito de Sustentabilidade Ambiental.

*“Historicamente, o pensamento arquitectónico crítico pode ser dividido em duas categorias simples: uma que promove, refina e implementa a retórica anterior; e outra que representa a rotura com a ideologia corrente, que revela uma nova direção. Enquanto a primeira favorece uma determinada ideologia, produzindo principalmente exemplares dentro de uma corrente principal, a segunda resulta normalmente num trabalho mais inventivo que estabelece um novo rumo na pedagogia e prática da arquitetura.”*<sup>23</sup>

No atual contexto internacional em que nos aproximamos do fim de um ciclo – o da construção em massa – e do início de um novo ciclo – o da construção em qualidade – a satisfação das necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades tendo por objetivo final a

---

<sup>23</sup> Louis Kahn, *The power of architecture*, 2012.

reconstituição de uma densidade urbana elevada torna-se uma necessidade e já não uma opção.

Valores de respeito, preservação e valorização da Natureza têm hoje que tornar a ser tidos como fulcrais no desenho de uma arquitetura mais sustentável. Começa a emergir uma forte corrente ambientalista em defesa da natureza, por alturas do final da década de 60, início da de 70, que considerava essencial, para o bem-estar e sobrevivência humana, a convivência em harmonia com a natureza. Como defendia Frank Lloyd Wright, «procurar tornar um edifício tão orgânico e sereno quanto o teria sido a Natureza no seu lugar, se para isso tivesse tido oportunidade». Já nos anos 70 vários arquitetos tinham explorado projetos alternativos, incluindo estratégias de desenho solar para autossuficiência energética e integrando áreas de cultivo para um fornecimento sustentável de alimentos no desenho da habitação. A crise do petróleo da década de 70 ajudou a dar razão a estes novos conceitos emergentes, alargando esta problemática à até então alienada esfera económica e política, iniciando-se a discussão em torno da poupança de energia. Ao mesmo tempo, começa a despontar a consciência social acerca da fragilidade do planeta Terra e a palavra ecologia passa a ser um termo vulgarizado.

A Arquitetura Natural deve não só minimizar os impactos gerados no meio ambiente como também, integrá-lo nos ciclos naturais da biosfera de forma a criar efeitos positivos, sendo um agente renovador, reparador e restaurador.

A necessidade de diminuir o impacto da pegada humana no planeta e a existência de um método de desenvolvimento tão antigo como a própria Terra – a Natureza – conduziram ao aparecimento do Biomimetismo, uma corrente defendida pela bióloga Janine Benyus: «uma nova ciência que estuda as melhores práticas, ideias e modelos presentes na Natureza e as imita, ou busca inspiração no seu design e processos, para poder aplicar na resolução dos problemas da humanidade». Baseia-se na convicção de que se podem transportar para qualquer projeto arquitectónico as soluções de sucesso comprovado empregues pela Natureza – não só de adaptação das espécies ao seu meio ambiente, mas até de inspiração estética. Um exemplo em Portugal é a cobertura da estação de comboios da Gare do Oriente, em Lisboa, desenhada por Santiago Calatrava, arquiteto espanhol, parecida com um conjunto de árvores, fazendo uso tanto do seu peso estético, como funcional: as árvores dão sombra e protegem os que se abrigam sob os seus ramos.



Os seres humanos e todos os seus artefactos associados são um fato imutável na natureza. No entanto, na nossa atual trajetória de consumo, estamos num percurso de colisão com o meio ambiente, se aceitarmos a definição de sustentabilidade como "a linha de fundo tripla" (ou seja, as três de "economia, ecologia, equidade"), na sua raiz prática, arquitetura sustentável é sobre como chegamos a um acordo com o nosso lugar na natureza. (Podemos também sobrepor a nossa definição de sustentabilidade às máximas de Vitruvius de "Utilitas, firmitas, venustas", para lembrar a temporalidade e aplicabilidade dessas mesmas lições).

### 1.3. Materiais de construção naturais lenhosos

Hoje em dia, surge a necessidade de um projeto arquitectónico recorrer a matérias locais, de filosofias de construção e seleção de materiais com base em boas práticas ancestrais de respeito pela exploração de recursos. O que significa incluir materiais que na sua maioria não têm agentes tóxicos, compostos orgânicos voláteis, que não libertem micropoluentes e que com um baixo nível de energia embebida. A utilização na construção de materiais certificados ambientalmente – tanto pelo rótulo ecológico como por outros sistemas de certificação reconhecidos – assegura o seu baixo impacto, sendo fundamental a avaliação do seu ciclo de vida.

Eis alguns desses materiais:

**A madeira**, leve, forte, flexível, durável, fácil de trabalhar, com uma estética agradável e parte de uma tradição imemorial, é um dos materiais mais populares na construção. Devido a ser um material orgânico, celular, com elevada performance energética, é um dos fatores indispensáveis para o conforto, pois as suas características permitem que a absorção e libertação de humidade mantenha os graus de humidade interior de uma habitação adequados. Pode ser aplicada na sua forma natural, tratada ou como



Fig.18: Interiores com materiais lenhosos



Fig.19: Construção com Madeira, Alentejo.



subproduto resultante dos seus desperdícios, além de ser um recurso renovável sempre que ocorra a sua replantação. Pode ser classificada da seguinte maneira (principalmente as espécies mais comuns em Portugal):

Madeiras duras ou rijas – carvalho, nogueira, azinheiro, ulmeiro, sobreiro, teca, freixo, faia, castanheiro e eucalipto são as empregues com maior frequência;

Madeiras finas – mogno, ébano, pau-santo, vinhático e buxo são mais apropriadas para marcenaria devido à sua dureza, resistência, textura e facilidade na aplicação de polimentos;

Madeiras brandas – plátano, choupo, tília, vidoeiro e acácia são de tecido mole e esponjoso, de pouca duração e muito fáceis de trabalhar;

Madeiras resinosas – pinheiro bravo, silvestre e manso (o pinho é material de construção por excelência por causa da sua resistência, maleabilidade e facilidade de tratamento, tanto para interiores como exteriores), cedro, abeto e cipreste;

A existência de uma rede internacional para o reconhecimento de madeira de floresta gerida de forma sustentável – o Forest Stewardship Council (FSC) – garante que estes produtos sejam certificados e renovados: nos últimos 10 anos, mais de 50 milhões de hectares em 60 países, sendo assegurada a plantação de três novos exemplares por cada abate individual. Na década de 90, a superfície florestal das regiões não tropicais cresceu 29 milhões de hectares e o volume de madeira em pé (a parte da massa da árvore que pode converter-se em madeira) aumentou em 21.000 milhões de m<sup>3</sup>. Porque proteger a origem do recurso é também proteger o futuro, é aconselhável utilizar somente madeira proveniente da floresta sustentável e renovável europeia, negando categoricamente o recurso a madeiras provenientes de florestas tropicais ou subtropicais brasileira, africana ou asiática, sem conhecimento completo da sua origem e método de fabrico.

**A cortiça**, produto do sobreiro, fonte 100% natural, renovável e biodegradável, utiliza-se principalmente em pavimentos, revestimentos e isolamento no exterior e interior: coberturas, paredes, sub-pavimentos, placas de aglomerado expandido puro (são um autêntico muro, leve mas resistente às diferenças de temperatura e até ao fogo, ao ruído e às vibrações) que podem ser novamente transformadas em grão para, misturado com areia e cimento, utilização na preparação de betão leve, ou no preenchimento de espaços vazios em pavimentos e paredes. Material ideal para

pavimentos, o aglomerado de cortiça, cria chãos silenciosos, quentes, confortáveis, de fácil limpeza e exceccionalmente resistentes. Mas também é empregue em açoteias, terraços, muros, coberturas, telhados, sótãos – isolamento térmico e acústico, impermeabilização e prevenção de condensações – tabiques, paredes, tectos, câmaras frigoríficas, solos e pontes – nas juntas de descontinuidade/dilatação.

**A tijoleira** em barro, material rústico 100% natural – composto pela colaboração da terra, da água e do fogo – intemporal e nobre, apresenta grande resistência, com características de longuíssima duração, e pode ser aplicado em interiores e exteriores.

**A palha**, com um valor de condutividade térmica de 0,012 W/m.K, constituída por caules de cereais – trigo, aveia, cevada, centeio e arroz, sobras do aproveitamento dos grãos – apresenta um baixo impacto ambiental, ao resultar geralmente de desperdícios agrícolas, que, pela sua capacidade de regeneração, tornam também o seu subproduto um recurso renovável. Funcionava como elemento com propriedades de junção e isolamento em paredes exteriores quando misturada com terra húmida (adobe) em alguns países, como exemplo de arquitetura vernacular.

Nanogel e Aerogel, vapor de gel de sílica, com um valor de condutividade térmica desde 0,030 W/m.K a 0,004 W/m.K, materiais inicialmente utilizados pela NASA, translúcidos – permitindo a passagem da luz –, e isolantes extraordinários, são um exemplo de produtos inovadores e revolucionários amigos do ambiente.

Entretanto, podem ser encontrados no mercado vários materiais destinados a isolamentos térmicos de origem animal, vegetal e mineral com baixo impacto ambiental, como as fibras de madeira ou de cânhamo, a lã de ovelha ou de algodão, as plumas de ganso, as fibras de linho e de coco ou as lãs minerais comuns e a lã de perlite.

O Thermo-Hanf, por exemplo, produto fabricado **com fibras de cânhamo** na Alemanha, tem a vantagem de ser mais rápido, de instalação mais fácil e sem efeitos cutâneos para o aplicador. Com painéis feitos à medida e excelente resistência aos fungos, permite manter uma construção com difusão aberta e um bom clima interior, regulando a humidade – quente no Inverno e frio no Verão. O Isofloc é outro material de isolamento térmico e acústico, com 91% de celulose – absorve e regula a humidade no interior das habitações – e 9% de sais de boro – evita a decomposição e concede ao produto características ignífugas, fungicidas –, semelhante ao algodão e à lã, que pode ser injetado, insuflado ou projetado em paredes, pavimentos, tetos e

coberturas. O sistema de aplicação sob pressão permite calafetagens eficazes de todos os espaços e pode ser aplicado tanto na reabilitação de construções antigas, como no isolamento de novas construções.

O **bambu** pode ser utilizado para vários fins e de várias maneiras: plantado, cana inteira, cana cortada, cana aberta, cana dividida ou mesmo cana seccionada. Por ser muito flexível, pode usar-se em tiras para curvar ou fazê-lo curvar-se no seu modo natural com a cana inteira.

O bambu é um material leve com alta resistência pela sua constituição de ser tubular, oco com nós fechados que dão a força e resistência ao material. Por esta e muitas outras razões, este material tem sido uma recente descoberta na arquitetura natural contemporânea, ainda que, as anteriores sociedades, de zonas indígenas, sempre utilizaram o bambu como material fácil e económico. A partir da segunda metade do século XX, o desenvolvimento da arquitetura de bambu, com base em modelos e métodos tradicionais, levou a experiências e pesquisas, evoluindo de módulos de duas dimensões, a formas mais dinâmicas e orgânicas, em modelos de 3 dimensões, num explorar de técnicas em combinação com outros materiais, orgânicos e inorgânicos.

Assim como a permacultura, o uso do bambu na arquitetura incentiva o equilíbrio do meio ambiente com o objeto arquitectónico, utilizando os recursos de forma sustentável (Figuras 20 e 21).

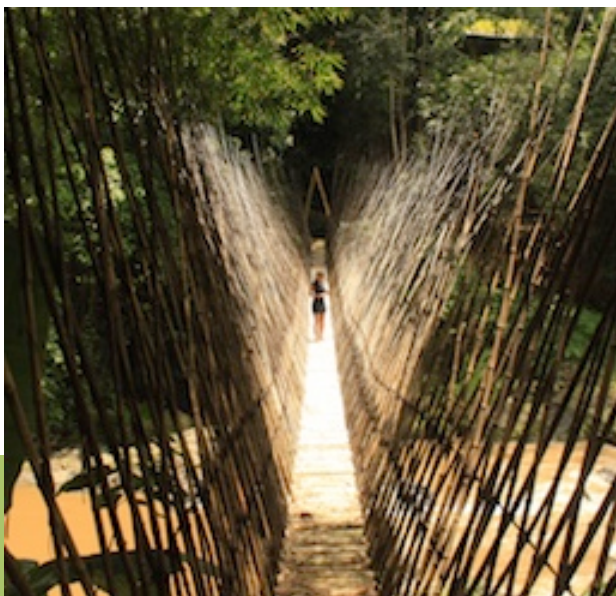


Fig.20: Ponte em bambu, Bali, Indonésia.



Fig.21: Arquitetura integrando a natureza

## III 2. O uso do bambu enquanto material natural sustentável

De todos os materiais naturais, o bambu é sem qualquer dúvida o material mais fácil e rápido de ser usado. Diríamos mesmo que é considerado o material de construção mais sustentável do mundo, ultrapassando as categorias de ser ecológico, natural, vernacular, o bambu é uma “erva” gigante que se auto reproduz, sem necessidade de plantio nem manuseio (além do corte), esta índole vegetal apenas precisa de muito sol e muita humidade para se tornar suficientemente potente em três anos de vida, além de que não requer de grandes maquinarias nem mesmo eletricidade para poder ser trabalhado e servir de estrutura social para os indivíduos ou mesmo uma comunidade.

Nos tempos modernos, investigadores estudaram o bambu sob diferentes perspetivas: McClure (1966) pertenceu à primeira geração de pesquisadores de bambu que analisaram de forma holística as propriedades biológicas do bambu. Liese (1961, 1985 e 2003) dedicou a sua pesquisa na microestrutura do bambu e fez progressos notáveis na descoberta sobre as diferentes espécies.

O estudo sobre as principais propriedades, especialmente as propriedades mecânicas e as construções típicas de bambu, foi feito por Janssen (1981) na sua dissertação e atividades de pesquisa. A utilização do bambu na estrutura do edifício, especialmente na construção tradicional de casas no Sudeste Asiático, foi estudada por Dunkelberg (1978) na sua dissertação. A pesquisa nesta categoria pode ser resumida para responder à pergunta "O que é bambu?".

Numa sucinta resposta, bambu não é uma árvore, como até recentemente considerada em senso comum. O bambu é uma erva gigante lenhosa (HIDALGO, O.; 2003). Pertence à família das gramíneas *Gramineae* (*Poaceae*), e à subfamília *Bambusoideae*.

Em 1984, *The Book of Bamboo*, do autor David Farrelly, vem enfatizar estas temáticas, abordando a sua história, o seu comportamento no ecossistema, e expõe inúmeros dos seus milhares de usos e funcionalidades.

Já nos finais do século XX início do século XXI, outros investigadores e arquitetos juntam a tecnologia à estética e investigam a mecânica do bambu intensivamente no que responde questões técnicas de engenharia e métodos construtivos através de

testes de tração e rigidez, na resolução de alcançar novas formas e estéticas. Óscar Hidalgo começa a sua obra literária sobre bambu afirmando que o bambu é a planta mais maravilhosa da Natureza. Apenas um ser sobrenatural ou uma planta sobrenatural consegue resistir à irradiação de uma bomba atómica. Em Hiroxima, Japão, o bambu foi uma das poucas espécies vegetais que sobreviveu à radiação da bomba atómica em 1945 (HIDALGO, O; 2003: III).

Seguidores do seu conhecimento a nível estrutural e arquitetónico, mais especificamente do género Guadua, o arquiteto Simon Velez e o engenheiro de estruturas Jorg Stamm são os dois nomes que ressaltam no mundo da arquitetura em bambu. Combinam a técnica especializada com a arte do desenho e exploram as novas técnicas contemporâneas promovendo as suas experiências através de obras impactantes que serão referidas nos tópicos seguintes.

*"Mi propuesta como arquitecto es hacer una arquitectura un poquito más vegetariana, no tanto concreto, pero tampoco totalmente vegetariana. Hay que tener una dieta equilibrada entre minerales y vegetales, y estamos demasiados minerales con la arquitectura".*<sup>23</sup>

### III. 2.1. História e lendas sobre o bambu;

*"É possível viver sem carne, mas sem bambu o indivíduo morrerá"*<sup>24</sup>

Por largos anos as sociedades ocidentais ignoraram por completo o bambu enquanto matéria prima. Era sabido que os asiáticos utilizavam rebentos de bambu na sua gastronomia. Assim como os pandas e koalas trepavam o seu caule gigante e comiam as suas verdes folhas. Era igualmente sabido que em alguns países asiáticos de clima tropical como na China, Índia, Birmânia, Tailândia, Malásia, Vietnam, Filipinas eram construídas casas com paredes e tetos feitos em bambu.

---

<sup>23</sup> Simon Vélez (FONTE: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-265878/arquitectura-en->

<sup>24</sup> Mestre Confúcio, China, 50a.c.

Etimologicamente, alguns autores consideram que a palavra bambu advém de origem indiana “mambu” um antigo termo em sânscrito.

Segundo Velenovsky, o bambu surgiu na Terra no período Cretáceo, quando surgiram as ervas e os cereais no ecossistema terrestre (HIDALGO, O.; 2003:2).

O bambu não é um campo novo para pesquisadores: na China, na dinastia de Jin (265-420 aC) houve uma monografia que observou e registou as propriedades botânicas de diversas espécies de bambu (WANG; 2000).

Uma antiga lenda Chinesa diz que, um grupo de sábios, fugitivos da ira de um Imperador, se refugiou num bambuzal, só que naquela época o bambu era uma planta sagrada na China, acreditava-se que um espírito, o primordial, morava no interior do bambu. Esses sábios, sem ter nada para comer, passaram a comer os rebentos do bambu, e utilizaram os caules para fazer casas, móveis e todos os utensílios de uma casa. Com a morte do imperador que havia perseguido o grupo de sábios e, quando o novo imperador aposentou-se, já se falava na Cidade de Bambu, assim, foi iniciada a descoberta da cidade. Quando a encontraram, os habitantes mostraram aos seus emissários tudo o que haviam feito com bambu. Então, construíram um barco, também de bambu, como oferenda para o imperador. Este, aprovou o uso do bambu no cumprimento de qualquer uso, passando a ser utilizado de forma irrestrita na China. (China Bamboo Research Center – CBRC; 2001).<sup>25</sup>

Existem muitas florestas de bambu espalhadas pelo território Japonês e o seu uso é bastante extenso. Há no entanto uma controvérsia na forma como diferentes populações o reputam. Não só no Japão, como também em muitos outros países, o bambu é considerado uma planta nobre e sagrada. É símbolo de fertilidade e generosidade.

No Japão e na China acredita-se que o seu tronco oco, serve de morada aos deuses. Já em outras culturas novas, como seja o caso da América Latina, o bambu, abundante matéria prima em áreas de clima tropical, é ainda considerado “o material dos pobres” pelo fato de ser uma matéria que bio degrada mais rápido do que outras matérias como a pedra ou a terra, no entanto, podem ser tomadas precauções de tratamento e manutenção, as quais a maioria das populações comuns desconhece.

---

<sup>25</sup> FONTE: <http://espaconaturalmente.blogspot.pt/p/bambu.html>



Quando os portugueses chegaram à Índia por via marítima observaram as imensas florestas e desconhecendo a espécie, de imediato se aperceberam que os locais davam uso quotidiano à matéria e logo batizaram-na de “Cana da Índia”, nome que, ainda hoje, é utilizado pelos mais velhos em Portugal, pois parecia familiar à vulgar cana de rio mediterrânea, em latim “*Arundo donae*”.

Em linguagem popular portuguesa, confunde-se 'cana-de-rio' e 'cana-da-Índia', mas contrariamente, os populares reconhecem as suas diferenças e designam o bambu como 'cana-da-Índia', sem saberem que, na verdade, é originário da China e o seu nome científico é *Phyllostachys bambusoides*, foi, porém, trazida da Índia para a Europa entre meados do século XVII e XVIII.

Os antigos navegadores das rotas marítimas às ex-colónias portuguesas na Índia, Goa, Damão e Diu, trouxeram uma espécie desta cana de densa volumetria na tentativa de cultivá-la em território nacional. Uma quinta seiscentista, perto de Tondela, que pertencera a burgueses da Casa das Índias de Lisboa, foi plantada esta desconhecida espécie de bambu, ganhando dimensões consideráveis. Esta espécie crescia em altura e em superfície térrea. Era visível tratar-se de uma espécie invasora. Em meados dos anos 70 foi registado um incêndio na Quinta e a floresta de bambus foi exterminada pelo fogo. No entanto, das suas brasas, as raízes fortaleceram e desde então o bambuzal tem ganhado terreno ao longo do leito da ribeira que rasga a propriedade da Quinta. Hoje em dia, o terreno ocupado pelos seus rizomas estende-se ao longo de cerca de 70 metros de comprimento e 20 metros de largura numa folhagem bastante densa, ao ponto de que os bambus mais recentes estão a desenvolver-se curvados e a crescer horizontalmente na procura de luz solar.



Fig.22: Canoas em bambu, China

Desafortunadamente, cidadãos europeus nunca deram muita importância nem procuraram os benefícios que esta espécie poderia oferecer, até muito recentemente, quando sabemos que alguns profissionais se tem deslocado a países como Japão e Colômbia para estudar, analisar e desenvolver técnicas de aplicação e aproveitamento desta matéria prima.

Já na China e no Japão, o bambu é considerado um bem essencial na vida quotidiana e espiritual. Culturas muito ligadas a uma espiritualidade divina e não material, observam o bambu não como fonte de rendimento mas sim com fonte reconstrutiva do ser e da natureza.

No Japão, o bambu é usado como elemento natural de boa sorte, é assumível a presença do bambu em todas as casas de pessoas crentes nesta superstição. O Feng Shui, enquanto princípio de uma boa prática quotidiana, assume o bambu como presença vital numa casa para o encontro de uma harmonia em equilíbrio.

Durante o Ciclo das Navegações, principalmente os Portugueses e Espanhóis, introduziram algumas espécies de bambu no Novo Mundo, normalmente provenientes do Oriente.

Quando comparado com a Colômbia e o Equador, o Brasil encontra-se ainda em desvantagem quanto ao uso e à aceitação do bambu junto à população. Quando os espanhóis iniciaram a colonização de seus territórios na América do Sul, já se defrontaram com verdadeiras fortalezas construídas pelos nativos, feitas com bambu *Guadua*. Desse modo, os descendentes desses nativos apenas continuaram (e com certeza aprimoraram) o uso da tecnologia da construção com bambu, combinando os conhecimentos ancestrais com as novas tecnologias aportadas pelo desenvolvimento de equipamentos mais adequados para processar o bambu.<sup>26</sup>



Fig.23: Ponte em bambu, Indonésia, 1900

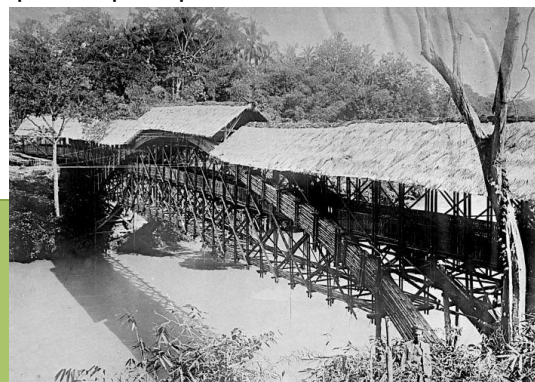


Fig.24: Ponte em bambu, Bandung, 1893

<sup>26</sup> FONTE: <http://apuama.org/historiabambu/>



### III. 2.2. Espécies de Bambu

A maioria das espécies encontra-se distribuída nos Continentes Asiático e Americano, a Ásia é o maior centro de biodiversidade do bambu, podendo ser considerada o seu berço, principalmente pela grande aceitação que o bambu encontra junto da população.

O bambu cresce originalmente ao longo de uma faixa equatorial. Pode ser transplantado e adaptado a diferentes solos e climas o que permite dizer que cresce em todos os continentes.

Numa análise taxionómica, o bambu compromete 2 classes classificadas como tribos, que correspondem a situações geográficas: espécie herbácea (Olyreae); Bambus lenhosos tropicais (Bambuseae); e bambus lenhosos temperados (Arundinarieae).

Os Bambus pertencem à família das Gramíneas e subfamília Bambusoideae, algumas vezes tratados separadamente como pertencentes à família Bambusaceae, com aproximadamente 50 géneros e mais de 1300 espécies (algumas fontes indicam uma quantidade mais próxima de 1500 espécies), que se distribuem, naturalmente, dos trópicos às regiões temperadas, tendo, no entanto, maior ocorrência nas zonas quentes e com chuvas abundantes em regiões tropicais e subtropicais da Ásia, África e América do Sul. Os bambus nativos crescem naturalmente em todos os continentes, excepto na Antártida e na Europa, sendo que 62% das espécies são nativas da Ásia, 34% das Américas, e 4% da África e Oceânia (HIDALGO LOPEZ, 2003). São encontrados em altitudes que variam de zero até 4800 metros, como o caso da região dos Himalaias.



Fig.25: *Phyllostachys aurea*, *Tetragonoclamus angulatus*, *Phyllostachys nigra*, *Phyllostachys violascens*, *Phyllostachys nigra boryana*, *Phyllostachys viridis 'sulphurea*, *Phyllostachys bambusoides*.

Existem muitas opiniões diferentes sobre a identificação do bambu; Ueda classificou os bambus em 47 géneros e 1250 espécies (Ueda 1960). De acordo com McClure, existem 63 géneros e cerca de 700 espécies de bambus no mundo (McClure, 1966), dependendo do tipo de classificação taxionómica que cada autor possa interpretar.

Das cerca de 1300 espécies, apenas 18 estão classificadas como, mecanicamente e estruturalmente, apropriadas para ser usadas na construção. Estas encontram-se maioritariamente no Nordeste da Índia, Burma, Tailândia, China, Vietnam, Indonésia Filipinas e a Noroeste da Amazónia abarcando o Peru, Equador, Colômbia e Brasil.

Duas das espécies de bambu mais utilizadas na construção, *Phyllostachys pubescens* e *Guadua angustifolia kunth*, pertencem, respetivamente, ao género *Phyllostachys* e ao género *Guadua* da Subtribo *Guaduinae*. (Figuras 26 e 27)

O nome *Guadua* foi atribuído por Karl Kunth em 1822, originário do nome atribuído pelos indígenas, a espécie *Guadua angustifolia kunth*, celebra o nome deste botânico. (MINKE, G.; 2012:10)

*Guadua*, a espécie considerada mais resistente e adequada para construção. Oriunda da floresta húmida do Noroeste da Amazónia, apanha grande área da Venezuela, Colômbia e Peru. É precisamente na Colômbia que mais se tem usado, estudado, analisado e construído com esta espécie. Muito do conhecimento adquirido, mesmo através de livros, vídeos, deve-se ao arquiteto e engenheiro Simon Vélez, com a sua obra “*Bambu, a oferenda dos deuses*” onde expõe todo o conhecimento tradicional relativo ao bambu e ao *Guadua*, desde o seu crescimento e produção aos detalhes mais específicos de conexões e técnicas construtivas.

O bambu *Guadua* não deve ser usado com índices de humidade superiores a 20% ou inferiores a 10%. As trocas de humidade podem causar podridão. Os raios



Fig. 26: *Phyllostachys pubescens*

Fig. 27: *Guadua angustifolia kunth*

ultravioleta da exposição direta ao sol causam ressecagem, fissuração, descoloração, perda de brilho.

O *Guadua* cresce, nos primeiros 6 meses, entre 15 e 30 metros de altura, normalmente, com diâmetros entre 9 e 14 centímetros, embora tenha sido registado o maior *Guadua* com 25 cms de diâmetro, o seu rápido crescimento pode ser dividido 21 centímetros por dia, quase 1 centímetro por hora.

Da família das Gramíneas e subfamília Bambusoideae, subdivide-se em duas tribos: a Bambuseae (os bambus chamados de lenhosos); e a Olyrae (os bambus chamados herbáceos).

Algumas espécies aclimataram-se bastante bem nos países para onde foram transmovidas.

No Brasil, as espécies nativas são, em grande maioria, exóticas, enquadradas na categoria de ornamentais. De acordo com Figueira & Gonçalves (2004), o Brasil possui 34 géneros e 232 espécies de bambus, sendo considerados 18 géneros de bambus do tipo herbáceo (ornamental) e 16 géneros do tipo lenhoso. Originárias, na sua maioria, de países orientais, transportadas e introduzidas de um continente para o outro desde o tempo dos descobrimentos, à exceção do género *Guadua*, originário da América, no Brasil a espécie mais comum é a *Bambusa vulgaris*.

Enumeramos algumas das espécies mais usadas na construção civil, devido à sua resistência,



Fig. 28: *Pseudosasa viridula* (Japão)



Fig. 29: *Bambusa ventricosa*



tamanho e rigidez, permitem um trabalho estrutural e flexível mais sustentável do que a madeira e tão eficaz quanto o aço.

Gêneros:

- 1 - Bambusa, entre 11 espécies está a mais conhecida *Bambusa vulgaris*, com altura até 18 metros e diâmetro até 10 centímetros, é oriundo da Ásia embora possa ser encontrado na América do Sul.
- 2 - Chusquea.
- 3 - Dendrocalamus, é uma das espécies melhor consideradas na construção. A espécie *Dendrocalamus giganteus* (Green School), muito comparada à *Guadua angustifolia kunth*, é uma das maiores espécies em diâmetro e altura, podendo atingir 30 centímetros de diâmetro, cresce 20 centímetros por dia e atinge alturas maiores de 30 metros. Oriunda da Índia, Burma, Sri Lanka e Tailândia.
- 4 - Gigantochloa.
- 5 - Guadua, endêmica da América do Sul, a espécie *Guadua angustifolia kunth*, de maior e mais rápido crescimento pode atingir os 20 centímetros de diâmetro, cresce cerca de 12 centímetros por dia e em três meses atinge 80% ou 90% da sua altura total.
- 6 - Phyllostachys, este grupo de bambus cresce em zonas de clima temperado, originalmente da China, foram trasladados para o Japão América do Norte e Europa. Adequam-se bem a climas frios e resistem a temperaturas inferiores da neve. A espécie *Phyllostachys bambusoides* pode atingir 14 centímetros de diâmetro e 22 metros de altura. A *Phyllostachys pubescens*, mais conhecida como “Moso”, foi introduzida no Japão e nos Estados Unidos, é muito usada em laminados e contraplacados, matéria de industrialização.



Fig. 30: *Bambusa vulgaris*; *Phyllostachys bambusoides*; *Guadua angustifolia kunth*.

O bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*, conhecido popularmente como “bambu gigante”, está entre os mais versáteis, sendo utilizados na produção de matéria-prima para alimentação além de alternativa na construção civil. Apresenta excelentes características físicas como leveza, força, dureza, conteúdo de fibras, flexibilidade e facilidade de trabalho, que são ideais para diferentes propósitos tecnológicos (GHAVAMI e MARINHO, 2001).

A maioria das espécies de bambu fornece rebentos comestíveis, ricos em proteínas, fibras e substâncias antioxidantes, muito utilizado nas gastronomias chinesa e japonesa, são muito semelhantes ao palmito (*Euterpe edulis*). Algumas espécies, como o *Dendrocalamus giganteus*, *Dendrocalamus asper*, *Dendrocalamus latiflorus*, *Bambusa oldhami* e *Phyllostachys pubescens*, são muito apreciados na produção de rebentos. Na prática, o rebento de qualquer espécie de bambu é comestível, pois o que varia é a quantidade de ácido cianídrico presente e que vai ser responsável pela qualidade do sabor. As espécies *Guadua angustifolia* e *Bambusa vulgaris* (duas das melhores espécies para construção devido às suas fibras lenhosas e muito vigorosas) não são muito apreciadas, pois produzem rebentos muito amargos.

Humidade e temperaturas acima da média, são os dois fatores principais no crescimento abundante de espécies bem como na individualidade de cada espécie. No caso do bambu, é nas zonas tropicais do planeta que as comunidades de bambu melhor se estabelecem, mas também no caso individual de cada espécie, o crescimento e desenvolvimento da mesma tende a ser maior e melhor conforme a condição de humidade e temperatura em que está posicionada.



Fig. 31: *Bambusa vulgaris*

### 2.2.1. *Arundo donax*

*Arundo donax* é uma espécie de gramínea com flor pertencente à família Poaceae. Conhecida como Cana-do-reino, ou, cana-de-rio. Esta gramínea é uma alta planta perene (designação botânica dada às espécies vegetais cujo ciclo de vida é longo, permitindo-lhe viver por mais de dois ciclos sazonais; as suas folhas não caem; exemplos de plantas perene são o sobreiro, a azinheira, o hibíscus, ou a papoila), nativa do Médio Oriente, Este Asiático e da bacia do Mediterrâneo, pode também ser encontrada no Sul da América Latina e alguns estados da América do Norte, uma vez transladadas.

*Arundo donax* cresce entre os 4 e 10 metros, raramente passando os 11 metros, com caule oco de 2 a 3 centímetros de diâmetro, ou menor. As folhas variam entre os 30 a 60 centímetros de comprimento e entre 2 a 6 centímetros de largura, de tonalidade verde-escuro, cujas bases apresentam tufo. A sua flor brota no verão tardio, nas secções elevadas da planta, com 40 a 60 centímetros de comprimento, e cujas sementes raramente são férteis. Por outro lado, essa planta reproduz-se por meio de rizomas subterrâneos. Os rizomas são rijos e fibrosos, aparentando nós, a dispersando-se pelo solo a até 1 metro de profundidade, compondo uma rígida base à cana-do-reino. Acredita-se que seja uma evolução a adequar-se às enchentes frequentes das regiões onde cresce, as quais poderiam enfraquecer e arrancar a planta. Sua alta taxa de crescimento (5 centímetros por dia na primavera) requer grandes quantidades de água, disputando cada centímetro de solo com outras espécies vegetais locais. É por isso uma espécie invasora.

A cana-de-rio foi introduzida na Califórnia, na década de 1820, a fim de fornecer matéria-prima para telhados e controle de erosão, por meio da drenagem de canais, na área de Los Angeles. Tornou-se popular como planta ornamental e passou a ser cultivada também para a produção de palhetas musicais.



Fig. 32: *Arundo donax*: Cana mediterrânea

O lapso do seu controle e o clima costeiro quente do Oeste dos Estados Unidos, tornaram-na uma espécie invasora de rápida proliferação, ampliando sua área ainda nos dias de hoje. Há também testemunhos da sua existência em zonas de clima moderado da América do Sul, como Uruguai e Argentina.

Trata-se de uma espécie nativa em território português nomeadamente em Portugal Continental, bem como em Espanha, Itália, e outros países mediterrâneos, tendo sido introduzida nos Arquipélagos dos Açores e da Madeira. Na Ilha da Madeira, e possivelmente noutras regiões de Portugal, é conhecida por cana-vieira (também grafado canavieira) ou cana-de-roca.

A cana-do-reino ou cana-de-rio é uma espécie de introdução antiga, colonizadora de margens perturbadas de linhas de água, lagoas e outras massas de água. Pode formar comunidades estremes denominadas canaviais. Desenvolve-se também em campos agrícolas incultos, taludes, baldios e outros locais perturbados com alguma humidade superficial.

É considerada pela população local uma espécie “exótica” porém invasora. Há quem ainda insinue ser uma “praga”, uma vez que muitos proprietários de terrenos onde existam canas-de-rio queiram arrasar com o cultivo e, quando decidem limpar o canavial, através de corte, dão-se conta que, em pouco tempo (consideramos dois ou três meses), novas e maior quantidade de canas brotaram do solo.

Os populares usam-na em aplicações agrícolas, em pequenos telheiros e, tradicionalmente, no revestimento de tetos. Este tipo de revestimento é muito comum em casa rurais algarvias e alentejanas, zonas onde a cana tem um crescimento abundante junto dos rios e ribeiras.

Além disso, a cana é, ao mesmo tempo, flexível e forte o suficiente para ser usada como palheta para instrumentos de sopro como a flauta, clarinete, saxofone e gaita-de-foles; tal uso é constatado em flautas de mais de 5000 anos. Para além de objetos como bengalas e varas-de-pesca, o característico crescimento rápido da cana-do-reino sugere que seja uma ótima opção para a produção de biomassa e celulose para papel. Em Portugal esta cana é ainda usada para fazer foguetes e serve também na agricultura para suportes de algumas espécies como o tomateiro e o pimenteiro. É ainda utilizada para suporte de flores e trepadeiras em vasos.

Recentemente, tem-se descoberto técnicas manuais de trabalhar a cana da construção de estruturas para coberturas. Em território Ibérico, um grupo de



arquitetos e interessados na eco construção, formaram uma associação empreendedora, a Canya Viva, com o objetivo de explorar a técnica construtiva através de cursos e workshops no sentido de expandir a rede de investigadores e conhecimentos na área da arquitetura sustentável mediterrânea, uma vez que as margens de rios, ribeiras e canais no Sul de toda a península estão repletos de canaviais que crescem em abundância, auto regenerando-se anualmente. Matéria prima local, natural, serve também de filtro terrestre dos solos junto a cursos de água, evitando a eventual contaminação da água nos solos e vice versa. Canya Viva tenta fazer tanto um trabalho ecológico como um estudo de técnicas e formas da arquitetura natural. As novas formas “orgânicas”, que permitem que a natureza do material determine a forma arquitetónica num entendimento muito especificado do comportamento do material. A técnica Canya Viva normalmente não usa maquinaria e equipamento elétrico para execução das estruturas com cana, usam ferramentas manuais de corte e aplicam um sistema de amarração com cordas e nós específicos. Promovem, ainda, a limpeza dos canaviais, quando normalmente os proprietários de terrenos tentam livrar-se das canas de rio cortando-as, acontece que crescem mais rápido e maior quantidade de novas canas. A equipa de bio construção usa técnicas de trabalho muito exclusivas em todas as fases do processo, desde a colheita, limpeza, ao uso da cana no seu conjunto arquitetónico final.



Fig. 33: Transportação de fardos de canas



Fig. 34: Execução de coluna, CanyaViva



Fig. 35: Montagem



Fig. 36: Estrutura CanyaViva, Idanha-a-Nova



### III. 2.3. Composição Biológica

Os bambus crescem naturalmente em todos os continentes excepto na Europa. Podem ser encontrados a partir de uma latitude de 32 ° sul a 46 ° norte. Geralmente os bambus preferem os climas tropicais ou subtropicais com uma média temperatura anual entre 20 ° C e 30 ° C, mas alguns tipos de bambus podem viver nos campos com uma temperatura tão quente quanto 40-50 ° C (como *Oxythenanthera abyssinica* na África Central) e outros tipos suportar o clima frio com temperaturas abaixo de 0 ° C (*Phyllostachys mitis* na China). Os bambus crescem principalmente em altitudes entre 100 e 800 metros, mas também podem ser encontrados no nível do mar e nas montanhas acima de 3000 metros (McClure 1966) (Liese, 1985).



Fig. 37: Localização geográfica do bambu

Os diferentes ritmos crescentes das diferentes partes do bambu também demonstram uma estratégia de sobrevivência, ou seja, os rizomas crescem subterraneamente no outono e no inverno para armazenar os nutrientes e produzir suficientes rebentos, ao mesmo tempo, que criam uma rede ideal em toda a floresta ou no campo abaixo da Terra.

O bambu enquanto planta perene consiste num sistema ramificado de eixos vegetais segmentados, são o caule e as ramas formando a parte aérea da planta e o sistema de rizomas com as raízes formando a parte subterrânea.



Fig. 38: Raízes de bambu leptomorfos

Como gramíneas, os bambus contêm uma robusta folhagem, com folhas de tampa de forma pontiaguda de diversos tamanho e cor, os caules são tubulares e crescem a partir dos rizomas subterrâneos. O seu crescimento tem algumas características semelhantes ao das árvores: a longevidade dos seus bastões, ramos e lignificações. Mas o crescimento do toro de bambu é mais parecido com o de palma: transportam energia que os rizomas extraem do solo para o elevação dos bambus sem aumentar o seu diâmetro (Dunkelberg 1985).

### 2.3.1. Fisiologia do bambu

Todos os caules do bambu irrompem com o seu diâmetro definido. O crescimento em altura prolonga-se por 2 a quatro meses. Por mais estranho que pareça as variedades dos climas temperados crescem mais depressa do que as dos climas tropicais, como afirma Ives Crouzet no seu livro *Bambus*, em França na região de Gard, os caules do *Phyllostachys pubescens* irrompem do solo com 18 a 22 centímetros de diâmetro passadas oito semanas terminaram o crescimento e ultrapassaram já os vinte metros de altura. Os nós, já formados no jovem rebento, ao qual se dá o nome de “turião” em botânica, nascem empilhados uns nos outros, como uma pilha de discos desenhados no futuro caule. A pilha estende-se como uma antena telescópica em altura. Os entrenós alongam-se gradualmente, o que permite que a planta registe um espantoso ritmo de crescimento, pode elevar-se até mais de 1 metro em 24 horas. O bambu detém o recorde absoluto de velocidade de crescimento no reino vegetal.



Fig. 39: Tufo de bambus



Fig. 40: Representação de turiões



Fig. 41: Bambu jovem

### 2.3.2. Morfologia

Apesar de ser uma gramínea, os Bambus apresentam hábito arborescente, e possuem uma parte subterrânea com rizoma e raiz e a parte aérea constituída por caule, folhas e ramificações.

Os tons de cores que se apresentam são variados conforme a espécie: preto, vermelho, azul, violeta, mas geralmente predominam o verde e o amarelo.

#### RIZOMA

É um caule subterrâneo dotado de nós regularmente espaçados, gemas e raízes, com escamas e que se desenvolve paralelamente a superfície do solo. É nas gemas que crescem os rebentos que ao desenvolver-se, podem dar origem a novos rizomas ou a caules aéreos. Não deve ser confundido com a raiz que é uma parte distinta da planta.

Os rizomas reproduzem-se a partir de outros rizomas mais antigos e permanecem conectados entre si. Nesta interconexão, todos os indivíduos de um mesmo grupo são descendentes do rizoma primordial, e são, até certo ponto, interdependentes e solidários, pois entre eles há troca de fluxos foto assimilados (energia). Os rebentos utilizam as reservas de um grupo para crescerem e germinarem. Os Bambus do centro do grupo são os mais velhos e os da periferia os mais jovens.

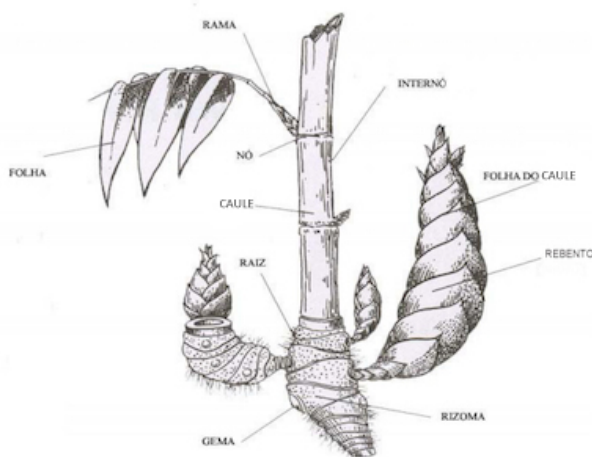


Fig. 42: Definição das partes de uma bambu.

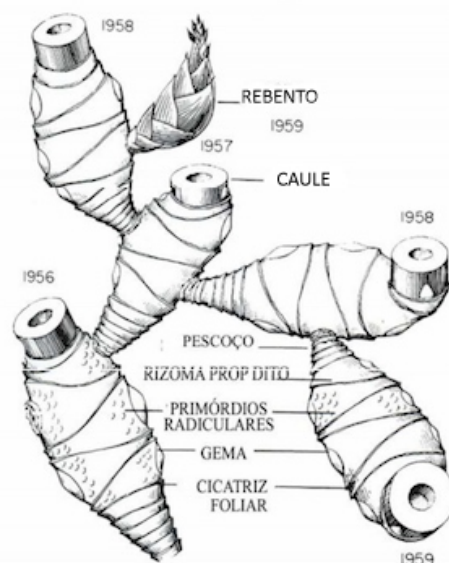


Fig. 43: Descrição de uma rizoma paquimorfo.

É a natureza do rizoma (paquimorfos ou leptomorfos) que determina o comportamento e o aspeto do bambu.

Os Bambus podem ser divididos em seis tipos diferentes de rizomas, sendo três os principais:

- Não-rastejante (Simpodial)
- Rastejante (Monopodial)
- Semi-rastejante (anfipodial).

Não-rastejante ou Simpodial, apresenta os géneros *Bambusa* e *Dendrocalamus* como principais representantes. Na maioria dos casos, este tipo de bambus desenvolve-se melhor em climas tropicais, apresentam um crescimento mais lento em temperaturas baixas. Os seus rizomas são sólidos, curtos e grossos com raízes na sua parte inferior dotados de gemas laterais que dão origem somente a novos rizomas. São denominados paquimorfos.

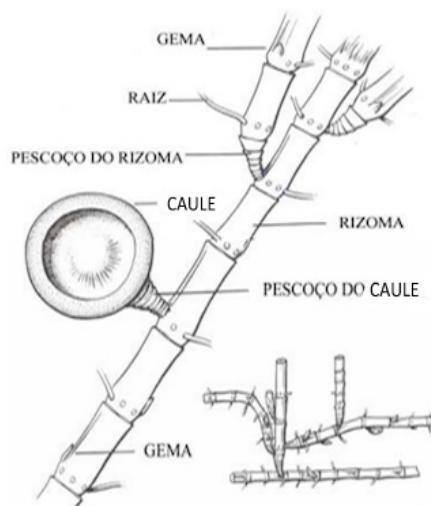


Fig. 44: Rizoma paquimorfo



Fig. 45: Bambus não-rastejantes

Rastejante ou Monopodial, são mais resistentes ao frio, tem como representante mais conhecido o género *Phyllostachys*. Os rizomas raramente são sólidos e de um modo geral apresentam diâmetros menores que o dos seus colmos correspondentes. Nos nós dos rizomas encontram-se algumas gemas que permanecem por um tempo “adormecidas”. Geralmente quando em estado ativo estas gemas brotam e produzem caules esparsos o que permite caminhar entre eles. Estes rizomas são denominados Leptomorfos.



Fig. 46: Bambus rastejantes



Semi-Rastejante ou Anfipodial, também denominado Anfimorfo, possuem rizomas de hábito intermediário ao Paquimorfo e Leptomorfo. Um mesmo indivíduo forma vários turhões próximos e interligados pelo rizoma. O seu principal representante é o gênero *Guadua*, nativo das Américas.

## RAÍZES

As raízes do bambu podem ser mais ou menos ramificadas, mas sempre de menor proporção comparativamente e independentemente do tamanho do rizoma e do caule. Tem como função captar alimento para a planta, fornecendo-lhe nutrientes e absorvendo água existente no solo. As raízes nascem nos nós do rizoma. Outra espécie de raiz localiza-se na base dos caules tendo como propósito a fixação da planta ao solo, impedindo que oscile pelo peso da folhagem ou pela força de ventos, característica muito visível nos bambus gigantes, com alturas maiores de 10 metros. As raízes dos bambus partem dos rizomas logo que o jovem rebento sai da terra.



Fig. 47: Raízes de bambu

## CAULE

O Caule do bambu é um tipo de caule encontrado nas gramíneas como a cana-de-açúcar, milho, arroz, bambu e podem ser ocos, na generalidade dos bambu, ou cheios como a cana-de-açúcar.

O caule, originando-se através da gema ativa do rizoma, compõe a parte aérea do bambu e dá sustentação aos ramos e folhas. Como os bambus não apresentam crescimento radial, o caule já emerge com o seu diâmetro máximo na base e afunila em direção ao ápice assumindo então a sua forma cônica. Os caules são segmentados por nós e os espaços compreendidos entre dois nós são



Fig. 48: Caule

denominados entrenós, com uma distância entre si mais reduzida na base e mais alargada na parte mediana do caule, reduzindo a espessura quando se aproxima do ápice. Há, no entanto, algumas variedades de caules não ocos, o que confere a esta variedade de bambus uma maior solidez e dureza.

Os bambus são plantas de rápido crescimento que expressa de forma visível no alongamento dos seus caules. Na sua fase inicial de crescimento observam-se as maiores velocidades de crescimento do reino vegetal, com algumas espécies gigantes crescendo até 30 centímetros por dia, pouco mais de 1 centímetro por hora.

## RAMOS

Os ramos desenvolvem-se a partir do caule, sempre a partir dos nós ramificando-se de forma a poderem sustentar as folhas. O número de ramos inseridos em cada um dos nós pode constituir uma importante indicação dos diversos géneros, o caso dos *Phyllostachys* apresentam invariavelmente dois ramos em cada nó. Os ramos apresentam o mesmo aspeto segmentado que caracteriza os caules e os rizomas. Nas ramificações dos bambus originam-se também as gemas (aéreas) localizadas nos nós e são sempre alternadas.

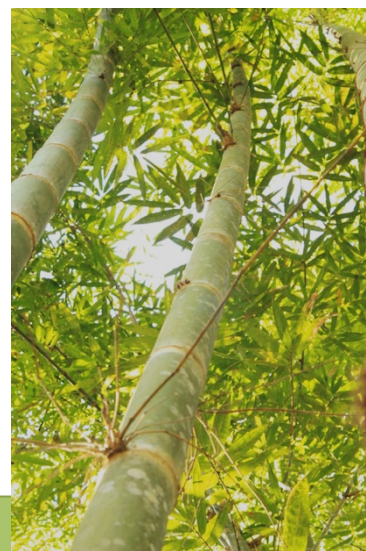


Fig. 49: Ramos e folhas aéreas

## FOLHAS

O bambu provém de dois tipos de folha: a folha caulinar e a folha ramificada. A folha caulinar, protege o caule do rebento, envolve-o com a sua forma cónica, alonga-se na vertical acompanhando o desenvolvimento do caule, cumpre o objetivo de proteger o bambu no seu primeiro ano de vida e tende a desprender-se a partir do segundo ano do jovem bambu. Nos bambus do género *Guadua* as folhas caulinares são mais persistentes, podendo acompanhar o caule por boa parte da sua existência.



Fig. 50: Folhas caulinares

As folhas ramificadas, sustentadas pelos ramos, têm a fundamental missão de permitir a função clorofilina. Características como: dimensão, formato da lâmina e presença de penugem nas folhas são informações taxionómicas de grande valia para a identificação das espécies.

A grande quantidade de folhas depositadas constantemente no solo demonstra que esta planta tem uma notável capacidade de reposição foliar e produção de biomassa.



Fig. 51: Folhas ramificadas

## FLORAÇÃO

O florescimento é um fenómeno muito raro na maioria das espécies de bambu, não havendo evidências devido à falta de informação fiável documentada. Algumas fontes provêm de relatos de que o florescimento pode acontecer em intervalos de 60 a 120 anos dependendo da espécie. Esta minoria de espécies de bambus morrem ao florescer devido à energia consumida pela planta para a formação de sementes.

Porém, nem todo o bambu que floresce morre. Ximena Londoño, bióloga colombiana e produtora de bambu *Guadua*, afirma, com base num conhecimento popular, que o género *Guadua* costuma ter sempre um indivíduo florescendo num dado grupo, contudo, este fenómeno permanece ainda um mistério para os botânicos. Em “*Bambu*”, Ives Crouzet descreve “*Os bambus chegam então a cobrir-se de milhares de flores.*” Embora uns parágrafos mais adiante confirma que o “*fenómeno de floração (...) não se encontra ainda completamente esclarecido*”. (CROUZET, I. 1998:6;7)



Fig. 52: Flor de bambu - um fenómeno raro



### a. Plantio

O estabelecimento de uma plantação de bambu demora, em média, de cinco a oito anos, em regiões tropicais, um pouco mais moroso em climas temperados pode demorar de 10 a 15 anos a estabelecer, dependendo ainda do género, uma vez que o tufo atinge as dimensões características da espécie, como diâmetro, espessura da parede e altura do caule (KUSACK, 1999).

Porém, um tufo conterá sempre certa quantidade de caules com variadas idades, denominados: rebentos (um ano), jovens (de um a três anos) e maduros (superior a três anos); sendo em média, formados dez novos caules anualmente, em tufos que se encontrem estabilizados.

O caule de bambu tem sua durabilidade durante certo tempo no bambuzal, pois se trata de uma cultura perene, que se renova ou brota todo ano, com isso o caule cresce e depois de alguns anos morre. Este tempo pode variar conforme o género, por exemplo, o género *Bambusa* dura em torno de 7 anos, já o *Dendrocalamus* dura de 15 a 20 anos no tufo.

Os bambus Leptmorfos ou Rastejantes são espécies invasoras, exigindo alguns cuidados a ter no seu cultivo e produção. Tais cuidados referem-se à necessidade de manter a floresta plantada confinada numa área previamente definida, evitando a competição com outras culturas. Podem, assim, ser isolados por meio de barreiras físicas como: mantas plásticas, estradas com trânsito regular e cursos d'água.

Existem **3 fases** de crescimento e desenvolvimento dos caules:

Fase 1- Alongamento do caule: inicia-se quando os rebentos são ainda tenros, apresentam entre 30 e 40 cm de altura e estão completamente cobertos pelas folhas caulinares. Esta fase termina quando os caules atingem, praticamente, a sua altura total. O desenvolvimento vertical dos colmos dá-se em aproximadamente 4 meses para não-rastejantes e 2 meses para rastejantes.



Fig. 53: Caule desenvolvido

Fase 2- Formações de brotos laterais: estes brotos laterais, também podendo ser chamados de gemas, dão origem aos ramos. Nesta fase as folhas caulinares desprendem-se do caule, são estas folhas que o protegem do sol, intempéries e insetos, enquanto é ainda um bambu “premature”, até que o bambu esteja já formado e inicie a sua fase de maturação;

Fase 3- Aparecimento das folhas: é caracterizada pelo aparecimento da sua folhagem e estende-se até o desenvolvimento completo da copa do caule. A maturidade dos bambus acontece quando as suas fibras estão formadas e maduras, cerca 3 anos de idade, para bambus de rizoma paquimorfo (não-rastejantes) e 4 ou 5 anos de idade para bambus de rizoma leptomorfo (rastejantes).

#### **b. Manuseio de um bambuzal**

A manutenção de um bambuzal é muito relevante para a obtenção de boa qualidade do bambu. Um bambuzal bem mantido requer alguma atenção no desenvolvimento e idade das canas. Normalmente o primeiro manejo de uma plantação estabelecida inicia-se no quarto ano de existência da plantação, cortando os caules que nasceram no primeiro ano e ano após ano vai-se cortando os caules mais velhos, com três ou



Fig. 54 e 55: Crescimento de um turião - bambu não rastejante - em 10 dias, Auroville, Índia

quatro anos de idade, na maioria dos casos. Os bambus progenitores (a primeira geração) têm um diâmetro mais reduzido, que vai aumentando de geração em geração, bem como as paredes internas dos internódios, assim, um bambuzal bem mantido consegue, ao fim de 15-20 anos, o seu rendimento máximo. Para tal, devem ser feitas limpezas periódicas, para eliminar os caules secos, velhos, ou partidos e deixar o bambuzal mais arejado. Esta prática proporciona maior recepção dos raios solares.

Quando são bambuzais que já existem e que nunca foram manuseados, ou apenas cortados esporadicamente, o bambu não alcança a sua potencialidade máxima, o que acontece bastante em Portugal quando as pessoas não sabem tirar o melhor aproveitamento da existência de um bambuzal.

### c. O Solo

Entre as inúmeras vantagens do bambu, está a sua pouca exigência com relação ao solo. Produz bem em quase todos os tipos de solo, preferindo os de maior profundidade, mais férteis e com boa drenagem, arenosos e suaves. Para o cultivo evitam-se os terrenos compactos, argilosos e sujeitos a alagar, assim como os solos excessivamente ácidos ou alcalinos. Normalmente próximo às margens de rios e cursos de água, desde que não sejam empantanados, o bambu apenas requer a humidade e irrigação natural do solo. O terreno para o seu plantio também não tem necessariamente de receber preparo especial, desde que o solo seja suficientemente fértil composto de nutrientes básicos.

As condições ideais, quanto às propriedades físicas do solo para o desenvolvimento de bambuzais, são a abundância de matéria orgânica, boa drenagem e muita humidade (SABOGAL OSPINA, 2007). As folhas que cobrem o solo, servem de adubo, fornecem sílica e impedem a evaporação da água do solo; dessa forma, mantém-se maior humidade e evita-se o superaquecimento, causado pela incidência direta dos raios solares, esta é uma técnica adoptada pela permacultura no cultivo e produção de hortas agrícolas.



Fig. 56: Valeta para controlo do crescimento de raízes



### III. 2.4 Usos e benefícios do bambu

*“Cheap is only inexpensive when you don’t notice the ripple of consequences.”*<sup>27</sup>

O bambu foi por centenas de anos ignorado pelos ocidentais, nele parecia nada ser útil ou rentável, além de, aparentemente, ser pouco durável, pois atraía caruncho e deteriora-se, a curto prazo, com a exposição solar direta e a humidade.

O bambu é uma matéria-prima muito utilizada em diversas partes do mundo para os mais variados fins. No entanto, ainda não se aproveita todo o potencial dessa gramínea gigante.

Para quem nunca tenha viajado em áreas com bambus é difícil de imaginar a multiplicidade de utilizações que o bambu pode ter. David Ferrelly, autor de *“Bamboo”* cita Hans Sporry que em 1903 inventariou 1546 possíveis aplicações. Não as referenciamos todas, mas ilustraremos alguns exemplos de aplicações úteis no dia a dia do indivíduo.

Devido às suas múltiplas utilizações e pela facilidade de plantio, o bambu é considerado, principalmente pelos povos asiáticos da China e Japão, como uma dádiva dos deuses, o ouro verde da floresta e um verdadeiro amigo do homem. No entanto, em outros países, como na Índia ou mesmo no Brasil, ao bambu ainda é atribuído, de forma pejorativa e de um modo vulgar, o título de “madeira dos pobres”.



Fig. 57: Produção de bambus



Fig. 58: Bambuzal

<sup>27</sup> FONTE: <http://www.ecobabysteps.com/tag/bamboo/>

É um fato comprovado que o bambu é considerado matéria prima ecológica, fonte renovável e sustentável para o meio ambiente. Muitos são os que renegam o bambu e o seu crescimento por considerarem ser uma espécie invasora. Embora seja totalmente verdade, há sempre soluções para contornar a questão de invasão. Como também é já um dado adquirido ser possível fazer crescer bambu em climas não tropicais em certas zonas da Europa e América do Norte. Os requisitos desta gramínea não são especificamente as temperaturas quentes e amenas mas sim os elevados índices de humidade do ar e do subsolo. Bambus sobrevivem bem ao frio, mesmo às temperaturas negativas, mas sem água e sem humidade o bambu não vive.

Sítios arqueológicos no Equador mostram que o Bambu é utilizado há cerca de 5000 anos na América do Sul, primeiramente pelos indígenas. O artigo do Dr. J.J. Parsons na *Geographical Review* Vol. 81: “Giant American Bamboo in the Vernacular Architecture of Colombia and Ecuador”, de 1991, mostra relatos do seu uso pelos antepassados. Pontes, vedações, barricadas, aquedutos e até prisões foram construídas com bambu da espécie *Guadua Angustifolia*, a espécie preferida dos colombianos e equatorianos.

O Bambu, foi e, é utilizado nas mais variadas utilidades possíveis, desde palitos de dentes e barbecue, palhetas de saxofones, pranchas de surf, skate, como armadilhas para peixes e até mesmo armas de guerra.

As suas utilidades abastecem diversas áreas da economia e da sobrevivência humana, através da alimentação, da produção de álcool, celulose, têxteis, cosmética, decoração, reflorestamento, artesanato, mobiliário, estruturas, construções, entre outras coisas.



Fig. 59: Ponte em Bambu, Indonésia, 1893



Fig. 60: Cadeira Ibuku

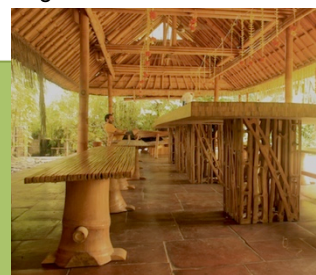


Fig. 61: Mobiliário Ibuku





Fig. 62: Ponte Yorg Stamm, Colombia



Fig. 63: Centro de congressos, Puebla, México

No sector da construção civil, o uso do bambu é bastante difundido na Ásia e em outros países da América Latina, como Colômbia, Costa Rica, Peru e Equador, México e Brasil, mais recentemente os Estados Unidos, principalmente o estado da Flórida pelo seu clima mais húmido, onde vários exemplos de edificações confirmam sua potencialidade.

Vale ressaltar o trabalho dos dois arquitetos colombianos mais conceituados, Oscar Hidalgo e Simon Vélez, seus trabalhos de investigação e a busca de aperfeiçoamento de técnicas tem contribuído e difundido o uso adequado do bambu na construção civil e nos detalhes de elementos construtivos e arquitetónicos.

O importante centro de pesquisa chinês, China Bamboo Research Center – CBRC (2001) destacou que a partir dos anos 80 tem havido uma intensificação no uso do bambu em diversas áreas industriais, sobressaindo a produção de alimentos,



Fig. 65: Arroz em bambu, Tailândia



Fig. 64: Arroz cozinhado dentro de bambu



Fig. 66: Caldo cozinhado em bambu

fabricação de papel, além de aplicações em engenharia e na química.

Antes mesmo de enumerar os diferentes usos possíveis do bambu na vida quotidiana do indivíduo contemporâneo, convém destacar o seu contributo com a natureza. Além de ser uma espécie evasiva de rápido e forte crescimento (aspectos pouco relevantes uma vez que são controláveis) o bambu tem uma extrema capacidade de absorção de CO<sub>2</sub>, as suas folhas tornam-se mais siliciosas e libertam maiores quantidades de oxigénio do que qualquer árvore, os bambus, assim como as árvores e os oceanos, usam o carbono através da fotossíntese, para gerar carboidratos. Quando uma árvore ou bambu cresce, é retirada da atmosfera uma certa quantidade de carbono absorvido pela planta. Por isso o bambu pode ser um grande aliado no combate ao efeito estufa, especialmente nos dias atuais em que tanto se procura meios sustentáveis de não só reduzir a quantidade de CO<sub>2</sub> produzida, como também alternativas para a absorção e manutenção do CO<sub>2</sub> já lançado na atmosfera. Por esta razão, o crescimento de bambus ajuda também a controlar o efeitos das subidas de temperatura. Segundo Oprins (2006), pesquisador Belga, afirma que “o bambu tem a capacidade de reciclar doze toneladas por hectare de CO<sub>2</sub> da atmosfera, produzindo 35% mais oxigénio do que as árvores na mesma situação, além do fato de ser a planta que apresenta a maior taxa de crescimento da terra. Ademais, o bambu também é muito importante para o combate da erosão de encostas de rios e represas, graças às suas raízes de crescimento rápido que assentam e seguram o solo.” <sup>28</sup>

“Um ponto importante a destacar é que o Bambu é o único material lenhoso de produção anual. O seu rendimento florestal pode chegar a 40 toneladas por hectare cada ano. É um bom substituto da madeira, podendo, assim, evitar o corte e o uso predatório de florestas tropicais e mesmo as monoculturas pois não degrada o solo como as monoculturas de Eucalipto e Pinhos.” <sup>29</sup>

O bambu é considerado ter desperdício zero. Todas as partes do bambu são utilizáveis e aproveitadas.

Os rebentos até 30 dias de idade são tenros e servem a gastronomia de países como a Tailândia, Myanmar, Malásia, China, Indonésia, Filipinas, maioritariamente, países asiáticos. As suas folhas verdes são também alimento a muitos animais que se abrigam no habitat de bambus devido ao ar fresco produzido pela libertação de oxigénio.

---

<sup>28</sup> FONTE: <http://bambusc.org.br/?p=1286> \_ consultado em Julho 2017

<sup>29</sup> idem



As formas mais tradicionais de uso do bambu, atividades contínuas do passado até aos dias de hoje, são a produção de cestas de todos os tamanhos e funcionalidades, painéis (paredes, janelas), telas e esteiras (pisos e revestimentos), redes (para diversos efeitos), usando detalhadas técnicas de tecelagem, ou, entrelaçado - “weaving” - com tiras de bambu. Óscar Hidalgo enumera e figura cerca de 150 tipos de desenho e técnica de tecelagem com bambu. Casa estilo cumpre a sua determinada função. Dos usos agrícolas à execução de casas e pontes. Desde capoeiras portáteis, cestos de transporte, cestas ou alcofas de bebés, a painéis para cobrir paredes, coberturas interiores, pavimentos de casas e mesmo de pontes, a própria técnica de entrelaçado como técnica construtiva de pontes. O seu entrelaçado aliado ao trabalho das fibras e da sua elasticidade permite passarelas suspensas flexíveis, nunca quebrando. (HIDALGO, O.; 2003:115-131) (Figura 70)

Em culturas mais antigas como na China, Japão, Filipinas, Malásia, o bambu sempre foi utilizado tanto em objetos quotidianos como em usos agrícolas e territoriais. Servia para chapéus, ferramentas de corte, represas, barreiras, cercas, bem como, redes de sistema de pesca, transporte de alimentos e animais, armazenamento de alimentos, varas, sistema de canalização de água, cestas para a colheita do arroz, armas de caça e até mesmo de guerra, mas acima de tudo, o bambu servia como meio de transporte de pessoas e mercadorias, tanto na passagem de uma margem para outra de um rio, como na circulação marítima de barcos e canoas feitos com longas canas ocas.



Fig. 67: Barreira; vedação; painel para exterior



Fig. 68: Mobiliário Ibuku, Bali



Fig. 69: Instrumentos musicais, Auroville



Fig. 70: Ponte suspensa, Nordeste Índia



O seu uso foi-se alargando conforme as necessidades do Homem moderno e o desenvolvimento de técnicas. O mundo do design em bambu é uma lista de objetos sem fim. A gama de funcionalidades do bambu vai desde a escala do palito à escala da ponte.

Atualmente tem se vindo a reencontrar novas funcionalidades ou usos através de processos de experiências de laboratório e aproveitamento do alto exponencial das suas fibras. O bambu tem sido experimentado na fabricação de têxteis, cosméticos, produtos de higiene, produtos terapêuticos. Recentemente, novas pesquisas tem confirmado a eficiência do carvão de bambu – “Charcoal bamboo” – na filtragem da água, e também na sua eficácia enquanto fertilizante natural, mais uma característica ecológica, assim como o bambu carrega desde sempre consigo a função de limpeza dos cursos de água naturais e proteção dos solos.



Fig. 71: Carvão de bambu para têxteis



Fig. 72: “Charcoal bamboo” – Carvão



Fig. 73: Bambu em cenários para espetáculos



Fig. 74: Estacionamento de motocicletas, Bali



Fig. 75: Andaimagem em bambu, Hong Kong

O bambu em planta é um ornamento de jardim de excelência, barreira visual e sonora, confere ao ambiente de jardim uma exclusividade no seu efeito visual estético e natural. Muito utilizado em sebes, canteiros públicos, exterior ou interior, o bambu vem também tornar-se um símbolo no mundo corrente, símbolo de simplicidade, purismo, natureza, ecologia, o bambu transporta já uma posição honrada no mundo ocidental.

O bambu tem uma vertente também artística, pode ser usado em instrumentos musicais, flautas, didgiridoo, pau de chuva, reco reco, espanta espíritos, entre outros. O bambu é também usado frequentemente em cenários de espetáculos, eventos, festivais, exposições, tendo, neste contexto, um carácter provisório que atribui ao bambu outra das suas benéficas características. A montagem de estruturas de bambu podem ser facilmente armadas e desarmadas, podendo reutilizar-se as mesmas canas vezes sem conta.

Na área da construção e equipamentos com bambu, a indústria tem desenvolvido o modo de processar o material. Produz-se laminado de bambu, aglomerados de bambu (OSB – oriented strand board), contraplacado de bambu, que consta ser mais resistente e duradouro do que a madeira pois resiste melhor à humidade, quando tratado.



Fig. 76: Caleira, Green Village



Fig. 77: Candeeiro Ibuku



Fig. 78: BambooCentre Auroville



Fig. 79: Interiores, Green village, Bali



Fig. 80: Garrafeira, Guadua bambu



**IV. 2.5. Preparação do material: colheita, tratamento e manutenção;**

É tão necessário identificar a idade de um bambu quanto escolher a época de corte. Em lugares de clima tropical, o bambu, bem como outras espécies de árvores deve ser cortado antes das monções, pois o bambu estará menos húmido, menos carregado de água nas suas fibras, contribuindo para um período de secagem mais rápido naturalmente. Em clima temperado a melhor época de colheita é no fim do outono e início de inverno, antes das chuvas.

Quando se compreende a biologia do bambu e o seu crescimento, avaliar a idade do bambu é relativamente fácil. Junto a cada nó, um bambu jovem apresenta um “pó” esbranquiçado que numa fase madura já escureceu deixando um aspecto “sujo”, em algumas espécies, como as gigantes, esse aspeto “sujo” pode ser provocado por fungos e líquen. Quando as suas ramas bem formadas estão carregadas de folhas o bambu terá três anos de idade e está pronto para ser cortado. Um bambu caduco com ramas secas e amarelas é um bambu em envelhecimento e terá perdido alguma da sua resistência. Para fins de tecelagem ou cestaria usam-se os bambus jovens e imaturos, pela sua flexibilidade.

O momento do ciclo lunar é um curioso aspeto a ter em conta. Acreditam os indígenas, ou as pessoas mais ligadas à natureza, que a fase da lua é importante no momento de corte, explicando que a seiva das plantas, na fase de Lua cheia, sobe para as folhas, que absorvem a luz da lua. A partir de quarto decrescente a seiva começa a descer para as raízes e na Lua Nova está concentrada no subsolo, logo o bambu tem menos sacarose, o que atrai os insetos.

O eixo de corte deve ser logo acima do primeiro nó visível à superfície do solo.

O corte deve ser rente ao nó, evitando deixar um “copo”, pois a água da chuva contida no copo faz apodrecer o rizoma enterrado terra.

Usa-se uma serra de poda ou serrote para o manejo adequado. Deve-se evitar cortar com catanas ou machados, visto que esse procedimento poderá rachar o bambu, favorecendo o apodrecimento do rizoma no tufo ou bosque.

## MÉTODOS DE TRATAMENTO

Antes de começar o tratamento propriamente dito, os bambus devem passar por uma cura. O processo de cura consiste na secagem e diminuição da seiva contida no bambu. Alguns especialistas defendem que os bambus devem ser deixados com as suas ramas e folhas pousados sobre pedras na posição vertical por quatro semanas, de modo a perder humidade mas em sombra, sem contato com o solo. Outros dizem que deve ficar assente em traves na posição horizontal durante 2 ou 3 semanas. Neste período os bambus menos resistentes vão rachar ou ser invadidos de fungos, revelando assim a qualidade do caule, facilitando uma seleção natural das canas.

A cura é importante mas não evita eficazmente o ataque de insetos.

O bambu possui um teor de amido relativamente elevado na sua constituição, por isso é bastante susceptível ao ataque de pragas. Para se obter maior resistência e durabilidade, principalmente quando destinado à construção, o tratamento é o principal ponto a considerar numa fase pós-colheita.

Segundo alguns autores o bambu apresenta vida útil entre um a três anos quando não tratado, e entre vinte e trinta anos, ou mais, quando tratado. Há vários processos de tratamento de bambu, natural ou químico.

No tratamento por imersão em água, as canas de bambu devem ficar totalmente submersas em água corrente, por quatro semanas (um ciclo). O bambu é rico em amido e sacarose que serão eliminados



Fig. 81: Tratamento com "boron" Colômbia



Fig. 82: Tratamento com cal diluída, Índia

em grande parte com a fluidez da água corrente, posteriormente devem ser armazenadas na posição vertical, em ambiente livre de humidade e sem incidência direta dos raios de sol, para uma secagem lenta e natural. O amido irá degradar-se através de fermentação anaeróbica.

Um outro processo de grande eficiência é defumar esta madeira em um processo simples também. Solda-se dois tambores de 200 litros, retira-se os fundos formando um tubo de metal. A quantidade de tambores soldados está relacionada com o comprimento das canas a serem defumadas. As canas são colocadas dentro do tambor, semi inclinado sobre uma fogueira, de modo a esfumaçar as varas.

Os japoneses usavam muito o processo de fumar o bambu, construindo um género de casotas sem telhado, onde poisavam o bambu no topo das paredes de pedra e faziam a fogueira no chão, a uma altura de aproximadamente dois metros ou mais, pretendendo que o bambu fosse fumado e não aquecido. Deste modo o calor e o fumo aceleram ao processo de secagem e reduzem o açúcar contido nas fibras. Alguns constroem uma casota mais pequena onde os bambus são tratados a uma combustão mais baixa e lenta durante cerca de 10 horas.

Outro processo de tratamento natural é através de imerção em cal diluída. O Hidróxido de Cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) torna-se um agente que protege a superfície do bambu de fungos, linquen e insetos devido ao baixo nível de pH que atua como fungicida e inseticida. Este tratamento não coloca em risco a fertilidade dos solos como acontece com o tratamento químico e o uso de boron, ou bórax, a sua ação química desfertiliza os solos não deixando crescer nada num período de dois anos.

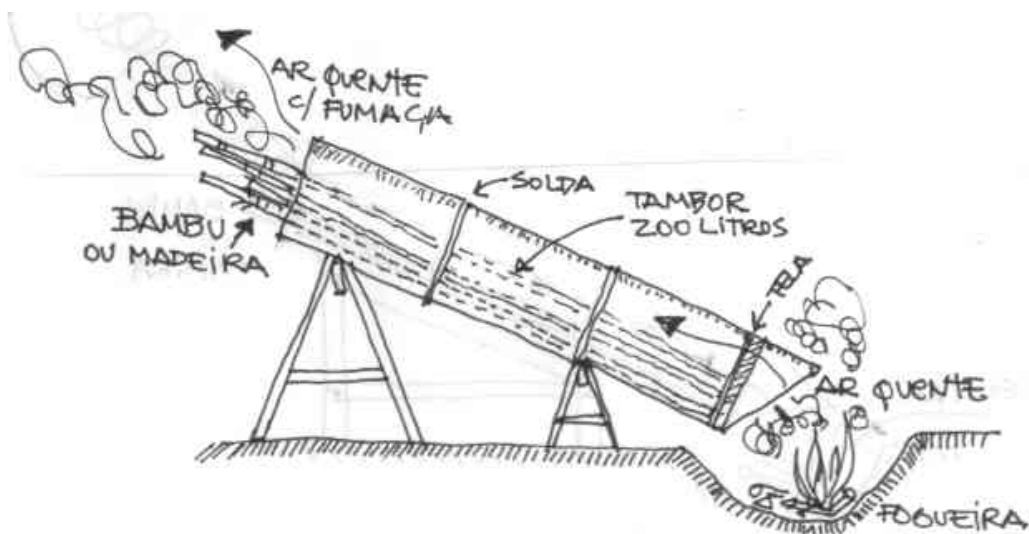


Fig. 83: Esquema explicativo de tratamento através de calor e fumaça

De acordo com ALVES (1976), o processo de mineralização consiste na preparação de uma solução de silicato de sódio, que ao ser aplicada em fibras vegetais, ajudam a eliminar o efeito da absorção de água destas matérias, o que ajuda na imunização e, conseqüentemente, na durabilidade. Observou-se que o bambu seco mineralizado apresenta valores superiores de resistência mecânica à tração e compressão comparadas a um bambu não mineralizado. O processo de desmineralização é rápido e eficaz pode demorar entre três dias a uma semana.

Após o tratamento, o bambu deve ser lavado para retirar os resquícios. O processo de secagem é o passo seguinte. Normalmente a secagem é feita ao ar livre, assentando as canas sobre pedras de modo a não estar em contato com a terra e humidade, em posição vertical, assentes em estruturas tipo cavalete, durante 3 a 4 semanas. A secagem também pode ser feita em lugares fechados, desde que arejados, sempre na posição vertical, podendo tardar cerca de dois meses.

Para proteger a superfície já seca, o bambu pode ser oleado com óleo de coco, muito vulgar nos países tropicais ou óleo de linhaça, nos países de clima temperado. Este processo deveria ser periódico a cada seis meses ou uma vez por ano, principalmente os bambus que estão expostos diretamente ao sol.

O bambu não quer ser envernizado ou pintado, o que acaba por deteriorar o bambu. O bambu quer-se simples e natural.



Fig. 84 e 85: Armazenamento de canas;

Secagem após tratamento; Tailândia; 2013



## 2.5. Construção com bambu;

Bambu – o material do século XXI

*“Bamboo is a truly sustainable unrivalled timber, with the compressive strength of wood and the tensile strength of steel (...)  
It’s lightweight, hollow, round, curving, and tapering.  
It’s also flexible, making it ideal for earthquakes,  
as it will bend and flex long before it breaks.”* <sup>29</sup>

O bambu sendo uma erva gigante com características tão especiais que o convertem num elemento estratégico para soluções rápidas de problemas atuais que abarcam campos fora da arquitetura: a perigosa diminuição das florestas tropicais, o apoio á economia de regiões menos desenvolvidas do planeta e a aplicação de materiais de baixo custo em defesa do meio ambiente. Apresenta uma alta competitividade frente a outros materiais tradicionais pela sua característica física de resistência mecânica combinada com a sua leveza, sendo assim considerado o “aço vegetal”. (VIDIELLA, A.S.; 2011)

Entre todos os materiais naturais num futuro mais sustentável, o Bambu é um material bastante promissor. Leve, alta elasticidade e flexibilidade, combinando características importantes para uma construção antissísmica, oferece as qualidades intransigentes numa era de limitados recursos: abundância e rapidez.

O bambu, em algumas regiões dos trópicos, tem sido recentemente usado na construção civil, como uma prática de sustentabilidade. Segundo Ghavami e Barbosa (2007), as características de resistência mecânica dos bambus são: resistência à tração, resistência à compressão, e a resistência ao cisalhamento, com forças sempre paralelas às fibras. De fato, a resistência específica das fibras do bambu é comparável à do aço, que tem uma densidade quase dez vezes maior. Em média a densidade do bambu varia de 800 kg/m<sup>3</sup> a 950 kg/m<sup>3</sup> (Ghavami e Barbosa, 2007). Além da resistência mecânica, a sua flexibilidade também é uma das explicações para a larga utilização do bambu em construções na Ásia oriental, região com grande incidência de abalos sísmicos e incidência de fortes ventos. Devido ao

---

<sup>29</sup> Elora Hardy (FONTE: <http://www.notey.com/blogs/ibuku>)

reduzido peso e à flexibilidade natural do bambu, 49 templos, pontes e casas podem ficar intatos mesmo após abalos e tempestades significativos (Vasconcellos, 2000).

Nas recentes décadas passadas, arquitetos e engenheiros da Ásia e América Latina têm trabalhado e explorado as mais contemporâneas técnicas de trabalhar o bambu em variadíssimas formas e utilidades, mesmo combinando-o com outros materiais, reforçando a sua resistência e durabilidade, chegando até à escala urbana, na construção de pontes. (Figuras 86 – 88)

As propriedades físicas do bambu, de grande interesse na engenharia de estruturas, são: massa específica, humidade natural, absorção de água, variações dimensionais e coeficiente de dilatação. Estas propriedades alcançam melhores condições de resistência quando utilizados canas maduras e secas.

O bambu é uma planta, ou, melhor dito, uma “erva gigante”, que apresenta características e particularidades tão interessantes de serem compreendidas pela sua naturalidade. O bambu tem a sua maior resistência nos nós e, considerando isto, uma cana com uma maior distância entre nós terá menos força, terá mais probabilidade de rachar. Logo, quando se usa uma cana de bambu para fins construtivos e/ou estruturais deve ter-se em consideração o posicionamento dos nós em relação às uniões. (Fig. 101 e 103)<sup>30</sup>



Fig. 86: Ponte de jardim, Índia



Fig. 87: Ponte Yorg Stamm, Colômbia



Fig. 88: Ponte de jardim, Índia, 2014

<sup>30</sup> HIDALGO-LOPEZ, O., 2003:225

Compreender a sua geometria e multiplicidade de montagens e conexões, é também relevante quando se pensa no modo construtivo de cada caso em particular na relação com o todo de uma dada forma arquitetónica. O livro *Bamboo: The Gift of the Gods*, ilustra detalhadamente as conexões mais simples e essenciais para a montagem das peças (fig desenhos (HIDALGO-LOPEZ, O., 2003:226-230)

Já as edificações audazes do reconhecido arquiteto colombiano Simón Vélez revelam a combinação entre as uniões tradicionais com as uniões de engenharia técnica, mostrando os potenciais o uso do bambu na construção civil.

(Figura 92 – Simon Veléz)

Em sistemas construtivos bidimensionais, compreender as uniões é fundamental para uma estimativa de materiais, honorários e custos. Nos sistemas construtivos tridimensionais, orgânicos ou mesmo os mais complexos, é necessário compreender que tipo de união é melhor aplicada atendendo aos requerimentos estruturais do edifício e às exigências do material. Recorre-se, em qualquer dos casos, à execução de uma maquete 3D do edifício ou do objeto, normalmente feita manualmente à escala 1/50 ou 1/20. Depois fazem-se testes de uniões com bambus mais pequenos ou à escala real e testes de ensaio, quando possível.



Fig. 89: Maquete, 2016



Fig. 90: Maquete, Ibuku



Fig. 91: Restaurante, Tailândia, 2013



Fig. 92: Pavilhão México, Simon Vélez,



Na arquitetura de interiores importa as diferentes texturas, cor, tamanhos das mais variadas tramas de trabalho com bambu. Elaboram-se painéis com tamanhos entre 150cm e 300cm para execução de paredes, tetos, ou esteiras e pavimentos. São técnicas de tecelagem tradicionais com bambu. (Figura: 93)



Fig. 93: Museu Tribal, Bhopal, Índia



Fig. 94: Interiores Green Village, Bali

Já no campo das novas tecnologias, considerando as propriedades especiais do bambu, especialmente o seu rápido crescimento, fácil de cultivar e com excelentes propriedades mecânicas, os pesquisadores começaram a tentar obter o material natural bambu industrializado para que pudesse ser usado na indústria. Entre as numerosas utilizações industriais de bambu, “**plybamboo**” (contraplacado de bambu) é, hoje em dia, um dos produtos fabricados mais representativos na indústria do bambu. Como muitos outros produtos de bambu industriais semelhantes a painéis, o plybamboo é processado, mais ou menos, de acordo com o processo da madeira, ou seja, madeira compensada. No processamento, os compactos de bambu serão divididos em tiras, primeiro e, em seguida, cortados em seções quadradas para que possam ser coladas e pressionadas num painel com várias espessuras. (Figura 96)



Fig. 95: Restaurante, México



Fig. 96: Laminado de bambu, Aeroporto Barajas, Madrid

Desta forma, o bambu transforma-se num produto padrão industrial que tem similares qualidades aos produtos industriais de madeira relevantes. Após este tipo de processamento industrial, o bambu é usado frequentemente como um substituto aos produtos de madeira, como laminados ou flutuantes ou painéis. Em comparação com as tábuas de madeira normais, o bambu tem uma superfície ligeiramente mais dura, com melhor performance na absorção de humidade e uma textura muito interessante.

A montagem de estruturas em bambu requer algum conhecimento de ferramentas e outros utensílios, bem como dos materiais a usar nas conexões e montagem, sendo fundamental para uma boa gestão do projeto. Passamos a enumerar uma lista de ferramentas sempre necessárias em obra:

1 – Ferramentas de corte: a catana (manchete), ou, o machado, tanto pode ser útil na colheita, como na limpeza das ramas, ou, como utensílio de corte longitudinal da cana; serrote ou serra de mão, com duplo dente fino (bamboo saw); x-ato ou canivete bolso.

2 – ferramentas manuais: chave inglesa; chaves de boca e aperto; alicate e alicate de corte; chave de fendas; formão e goiva; lima; fita métricas; martelo e martelo de borracha, quando se martela uma cana deve usar-se o martelo de borracha para evitar pontos de rotura quando o material está a ser trabalhado.

3 - Ferramentas elétricas (power tools): o berbequim é, possivelmente, a ferramenta mais indispensável; rebarbadora; serra vertical (jig saw) e serra circular (circular saw); aparafusadora (impact driver).

4 – equipamento de segurança: Botas adequadas; luvas fechadas e abertas; óculos protetores; auscultadores antirruído; capacete e arnês, quando o trabalho é feito em altura.

5 - Materiais adicionais como: varão roscado, buchas e porcas (8, 10, 12mm); cordas; arame; braçadeiras metálicas; cintas.



Fig. 97: Gazibo, ITM University, Vadodara, Índia

6 – materiais para fundações (dependendo do tipo de fundação pretendida): estacas de ferro; cimento; pedra.

7 – auxiliares de oficina: tripés ou cavaletes; escadote e escada; andaime; extensão elétrica.

Uma ferramenta muito útil, criada por japoneses, para a divisão da cana de bambu em ripas longitudinais, chama-se um “spliter” de “split” - ripa - , com diferentes tamanhos, pode dividir a cana em 4, 6 ou 8 ripas, dependendo do seu diâmetro. (Figuras: 98 - 100)

Na construção com bambu não são usados pregos metálicos, como na aplicação da madeira. O bambu tem as suas fibras em linhas longitudinais, logo, o martelar um prego provoca o rasgo longitudinal, os nós evitam que a racha se distenda. Assim, o uso de “pregos” de bambu é também um auxílio importante e muito usado nas conexões, este prego de bambu é facilmente feito à mão usando um simples canivete, lascando um pedaço talhado do seu perímetro, com uma espessura e 10mm ou mais, dependendo do tamanho do furo. O bambu deve ser perfurado e nunca “martelado”. Já na construção moderna e contemporânea o uso do metal e de ferramentas especializadas, é uma vantagem no que respeita a eficácia e rapidez de execução. Até mesmo a combinação entre o bambu e o cimento permite alcançar obras de engenharia mais elevadas ou suspensas, no caso de pontes, onde o cimento tem um papel fundamental nas fundações das estruturas. (HIDALGO-LOPEZ, O., 2003:233)



Fig. 98, 99 e 100: Manuseio de um “spliter”, Pai, Tailândia, 2013



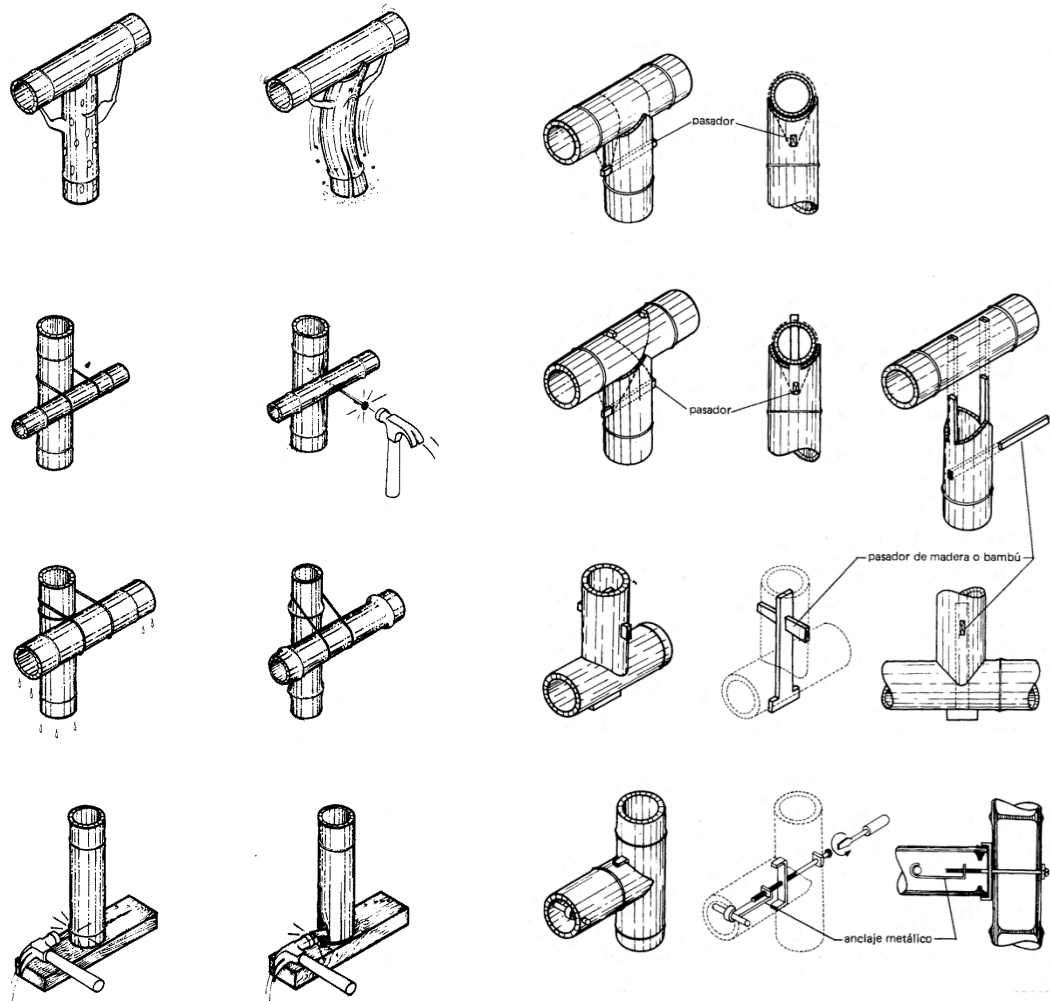


Fig. 101: Alguns exemplos construtivos básicos - HIDALGO, O. 2003:228.

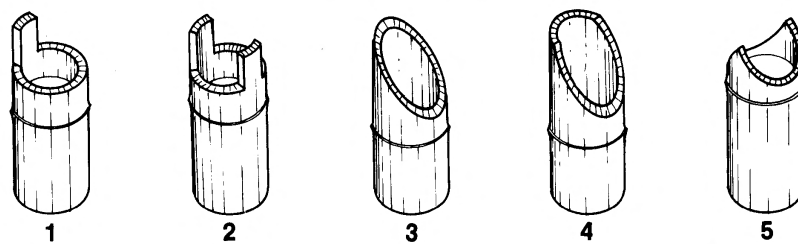


Fig. 102: Encaixes utilizados na união de peças – HIDALGO, O. 2003:226.

Na figura 102, podemos ver as diferentes formas de união mais básicas para uniões em estruturas: 1 – Com orelha; 2 – Com duas orelhas; 3 – chanfrada; 4 – “ponta de flauta”; 5 – “boca de peixe”.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> HIDALGO, O. 2003:226.

De acordo com Hidalgo (2003), aqui figuram alguns exemplos de juntas estruturais mais usadas na arquitetura moderna em bambu, conexões apropriadas para sistemas de asnas ou sistemas modulares, evoluindo da arquitetura tradicional e o uso de cordas para o uso de componentes metálicos, não ignorando os sistemas de encaixe simples dos modelos tradicionais, mas aprimorando-os.

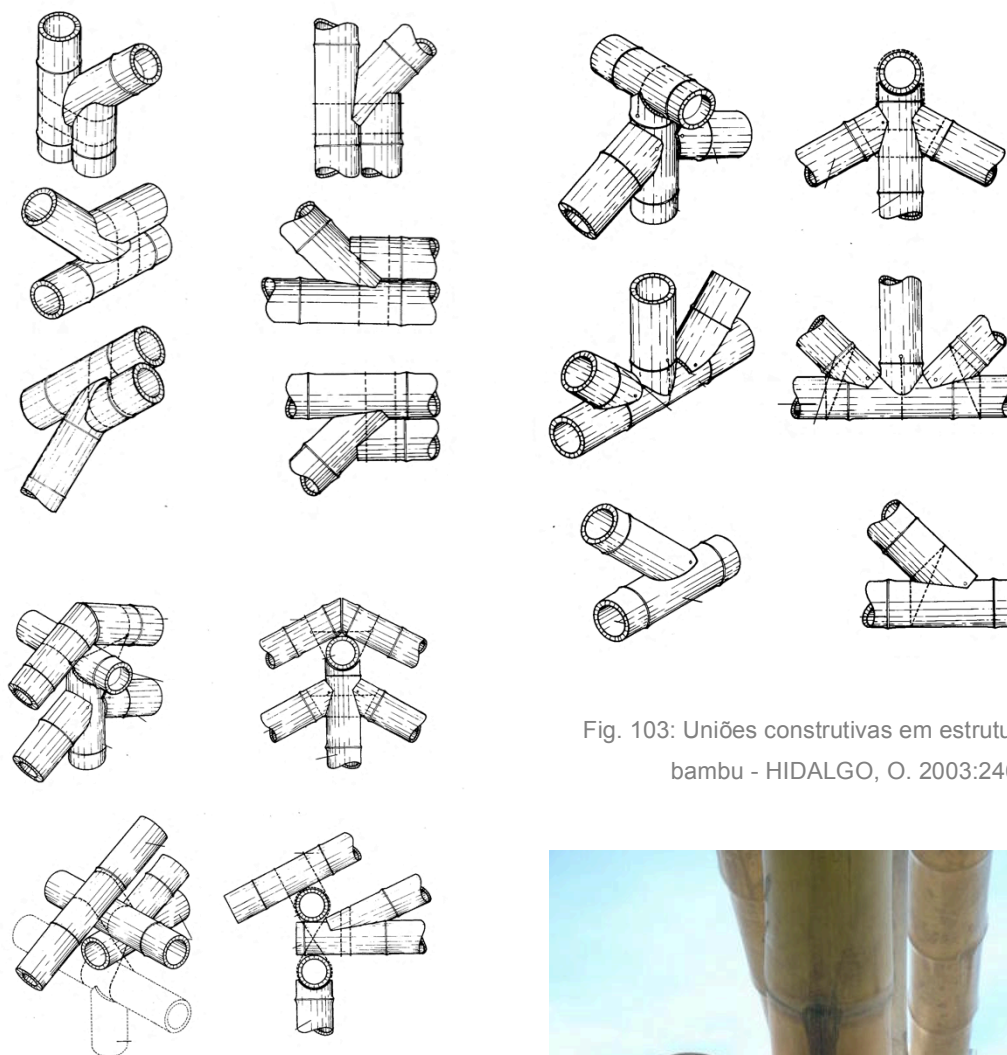


Fig. 103: Uniões construtivas em estruturas de bambu - HIDALGO, O. 2003:246, 247.



Fig. 104, 105: Exemplos de conexões e encaixes com ferragens

## I.V. 2.7. Elementos construtivos;

Neste tópico faremos uma breve exposição de alguns tipos de elementos que compõem uma construção arquitetónica. É uma descrição figurativa, através de imagens de casos concretos ou desenhos explicativos, com legendas e resumo da técnica utilizada.

### FUNDAÇÕES

As estruturas de bambu, por regra geral, devem ser erguidas do chão, isolando-as do contato direto com o solo. Ainda que, previamente tratadas contra insetos e térmites, o contato com o solo transmite humidade que faz deteriorar o bambu através de níquel e fungos (JAYANETTI e FOLLETT, 1998). Assim, os pilares de bambu do edifício, são apoiados em bases de betão ou pedra. Não devem ser encastrados ou enterrados no cimento para que o vegetal possa respirar e, desta forma, a sua durabilidade é mais eficaz.

Integrado na fundação, são colocados ferros de construção, que conetam o bambu à fundação. A fundação deve chegar aos 40 – 50 centímetros de profundidade e elevada entre 30 a 50 centímetros do solo (dependendo do terreno ou circunstâncias), sempre tendo em conta que o bambu deve estar isento de águas ou humidades. As colunas, já preparadas para assentar na fundação de cimento com o ferro no seu interior, são preenchidas, no seu interior oco, com cimento até pelo menos ao terceiro nó. (Figuras 106 e 107)



Fig. 106, 107: Exemplos de fundações com cimento e ferro.

Fig. 108: Fundação na rocha, Bali



## COLUNAS

Para garantir a utilização de canas de boa qualidade nas colunas, deve-se assegurar os passos precedentes à construção, como anteriormente referido, a espécie, a idade no momento de corte, o tratamento de imunização e secagem, são fatores muito importantes a ter em conta para uma maior eficiência estrutural.

Como foi visto na página anterior, a solução frequente para colunas em estruturas permanentes é o enchimento do interior da coluna, na base, com cimento até ao terceiro nó, ligando a coluna à fundação com ferro no seu interior (Figuras: 106 e 107). Este processo pode e deve ser aplicado no topo da coluna onde esta conecta com as vigas de suporte, cimentando as ferragens e conexões, criando uma união compacta e persistente. Para prevenir que o bambu rache na vertical (paralelamente às fibras) colocam-se braçadeiras metálicas para estabilizar durante o processo de cimentação, pois a diferença de temperatura pode provocar fissuras (Figura: 107).

No entanto, averiguamos que colunas de bambu podem resultar em diversas formas: verticais, oblíquas, curvas, singulares, compostas ou mesmo unificadas com outras canas.



Fig. 109: Colunas curvadas, Bali



Fig. 110: Colunas oblíquas, Green school, Bali

## PILAR – VIGA

Os pilares são, linearmente, elementos construtivos verticalmente posicionados que transmitem forças de compressão, transmitidas pela secção do sistema pilar-viga, são as mesmas no topo e na base da coluna, logo o reforço da aplicação de cimento deve ser aplicado em ambos.

O bambu pode ser utilizado, com a sua verticalidade total, como pilar nas edificações e, por ser um material bastante resistente, suporta construções de vários pavimentos, ao longo de décadas. Os pilares são orientados no sentido natural da cana, em que parte inferior do bambu, assenta normalmente na fundação, sendo que, é na base onde o caule sustenta mais resistência e solidez. O bambu usado em estruturas como pilares, com a capacidade de absorver tensão e compressão, demonstra ser seguro e indicado para uso em zonas com frequência de sismos.

O uso de uma cana singular para compor uma coluna não é o mais adequado, mas, a combinação de várias canas, ainda que com diâmetros pequenos, resultam em colunas compostas com excelente capacidade de cargas (MINKE, G.; 2012) inclusive permitem encaixes seguros e construtivamente eficazes para a composição com as vigas, reforços, asnas ou traves perpendiculares ou oblíquas à coluna. (Figura: 112)

O sistema muito simplificado de quatro canas equidistantes entre si com a distancia das canas que fazem de vigas resultam num encaixe estruturalmente estável e resistente.



Fig. 111, 112, 113: Exemplos de sistemas “Pilar-Viga”



## VIGAS E TRELIÇAS

Em cargas mais pesadas, é mais apropriado o uso de asnas triangulares ou curvas (“fish belly beams”), e/ou treliças, em vez de vigas simples.

As vigas e treliças construídas com o uso de bambu, técnica já muito testada e experimentada por expertos, são altamente resistentes e apresentam alta resistência mecânica e espacial. Existem muitas possibilidades para a construção de asnas, embora o indicado, para uma asna simples, são 4 metros, pois quanto mais longas as asnas podem apresentar deflexões em relação a sua altura.



Fig. 114: Sistema de treliças



Fig. 115: Sistema modular

## COBERTURAS

É possível construir várias estruturas de telhados utilizando o bambu como principal material de sustentação, com diferentes formas, revestimentos e técnicas aplicadas, aliando a preocupação estética ao método construtivo.

O arquiteto Simón Vélez utiliza o bambu e domina a técnica construtiva para a criação de complexas estruturas para cobertura, um dos elementos construtivos predominantes e de maior destaque nas obras de Vélez. (Figura 116)



Fig. 116: Pavilhão Expo 2000, Hannover



Fig. 117: Sistema de asnas, Ejutla, México

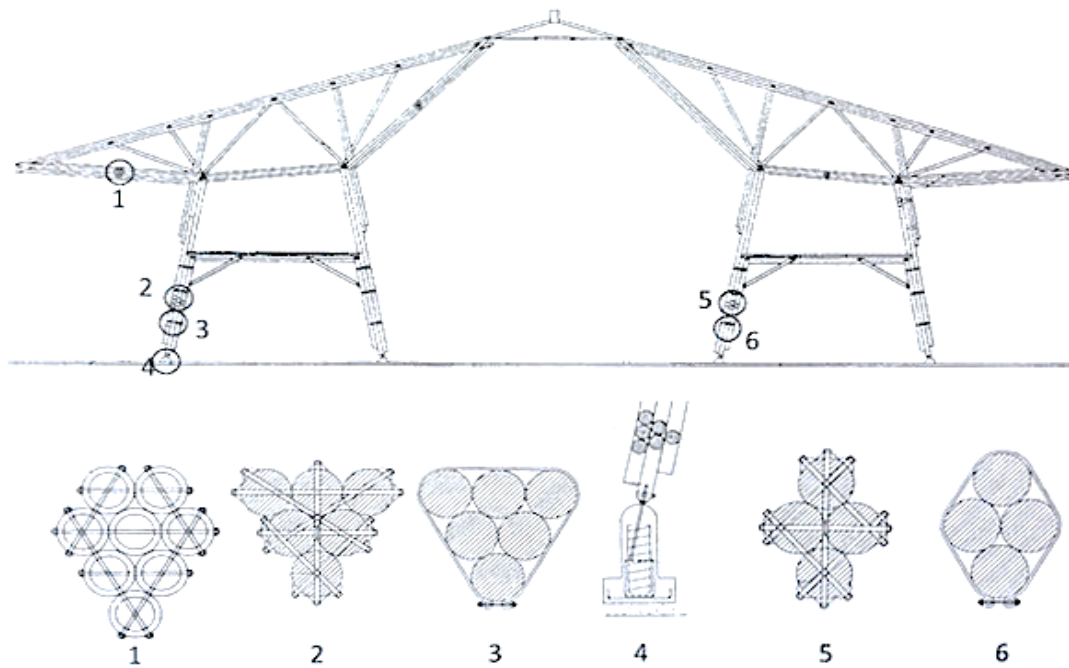


Fig. 118: Pavilhão de Simón Veléz: alçado de sistema construtivo duo dimensional com cortes transversais representativos de colunas de sistema estrutural “pilar-viga”

Em Sistemas estruturais de estruturas altas e amplas, como é o caso da Green School (Fig.: 118), os quadros de sustentação das edificações são formados por vigas e pilares de caules inteiros de bambu, que apoiam os pisos e a estrutura de cobertura, distribuindo as cargas na estrutura dos pisos e estes nos pilares de sustentação, respetivamente. Em alguns casos, utilizam-se peças diagonais ou cordas, com função de travamento, para uma melhor estabilidade do sistema estrutural. (JAYANETTI; FOLLETT, 1998).



Fig. 119: Estrutura de cobertura Green School Bali, Indonésia.



Há uma variedade de formas e modos construtivos de telhados, como por exemplo, cilíndricos, elípticos, retos ou inclinados. O bambu é, assim, uma material multifacetado que pode ser aplicado pra diversos fins, com inúmeras formas e com técnicas ou métodos variados e eficientes.

Vejamos, assim, alguns tipos de cobertura de telhados, com diferentes materiais desde os mais vulgares, naturais ou industriais, como, folhas de palma ou palha, ou, telha cerâmica ou chapa metálica, respetivamente. Também é possível produzir-se telhas em bambu, normalmente, amarradas umas às outras com arame galvanizado, evitando que se movam. Na China, as construções tradicionais utilizavam colmos de grandes diâmetros cortados ao meio, com o comprimento de um internó como telhas tipo capa-canal (Figura 121), determinando o aspeto visual tradicional das coberturas chinesas. (HIDALGO-LÓPEZ, 2003). (Figuras 122 – 124)



Fig. 120: Cobertura em chapa de zinco



Fig. 121: Telhas de bambu tradicionais, Bali



Fig. 122, 123, 124: Processo de construção de telhado com tiras de bambu, Bali.

## PAVIMENTOS

Os pavimentos podem ser compostos por colmos de bambu inteiros (Figura 126), colmos cortados ao meio, ripas de bambu, tiras de bambu trançadas ou pranchas de bambu laminado (Figura 127). Em todos os exemplos, os elementos que compõem a estrutura e a superfície dos pisos são simplesmente amarrados com cordas de tiras de bambu.

A evolução na fixação de pavimentos, das técnicas tradicionais de amarre para as técnicas modernas, dá-se através do uso de outros métodos de fixação, utilizando atualmente, parafusos, agrafos e amarrações com arames. A superfície final, em muitos tipos destes pisos, compreensivelmente, não é satisfatória para as atuais necessidades de salubridade, com dificuldade de limpeza. As aplicações de uma camada de argamassa de cimento e areia melhoram as condições de higiene e conforto (JAYANETTI; FOLLETT, 1998).

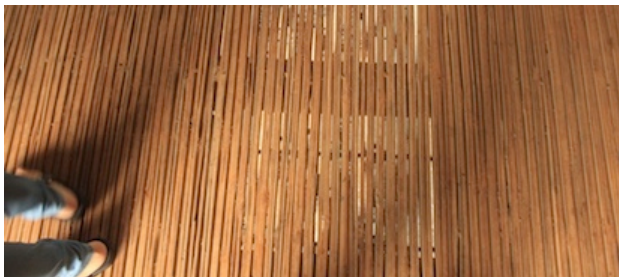


Fig. 125: Pavimento com ripas de bambu



Fig. 126: Pavimento com cana inteira



Fig. 127: Pavimento em laminado de bambu



## ESCADAS

O bambu é um elemento que pode ser utilizado na construção de escadas, demonstrando resistência, praticabilidade na execução, segurança e excelente efeito estético. As escadas feitas de bambu são apoiadas em estruturas de outros materiais, geralmente betão armado ou pedra, propiciando um menor contato com o solo, visto que a humidade pode provocar patologias no bambu e, assim, perde a sua durabilidade.

Na junção dos degraus podem ser utilizados elementos metálicos, ou, fibras naturais, que contribuem com a ligação e estruturação das escadas de bambu.



Fig. 128: Escadas, Green Village, Bali



Fig. 129: suporte de escada, Bali

## PAREDES

O clima, nas diversas regiões onde são construídas casas de bambu, é um fator muito importante na escolha do tipo de revestimento. Nos trópicos, as residências possuem paredes com características que proporcionam proteção, contra animais e insetos, chuvas e insolação, com uma boa ventilação para reduzir as altas temperaturas sentidas em regiões tropicais (DUNKELBERG, 1996).

Na Ásia, são comuns paredes compostas de canas inteiras, dispostas verticalmente, lado a lado, com painéis de bambus cortados ao meio e painéis de tiras de bambu trançadas (Figuras: 131, 133 ), todos amarrados com cordas de algodão ou juta. Estes dois últimos exemplos podem receber uma argamassa de revestimento para vedação, compostas de barro e fibras vegetais (Figura 130), como palha de arroz, ou, sem acabamentos da superfície externa e interna. (Figura: 132 )



O sistema contemporâneo de construção de paredes de bambu é baseado nas formas tradicionais, como a tecelagem de tiras de bambu, incrementado tecnologicamente pela montagem de painéis pré-fabricados.



Fig. 130: Paredes de bambu revestidas com barro



Fig. 131: Pannel trançado de bambu



Fig. 132: Painéis pré-fabricados



Fig. 133: Parede de bambu (tecelado)

Outro salto tecnológico na construção de paredes de bambu deu-se com o uso do cimento Portland e cal nas argamassas de revestimento, uso de régua aparelhadas, parafusos, pregos (de bambu) e arames nas amarrações, assim como a adição de rebocos, resultando em um acabamento similar às edificações convencionais de alvenaria. (Hidalgo-López; 2003:240-1)

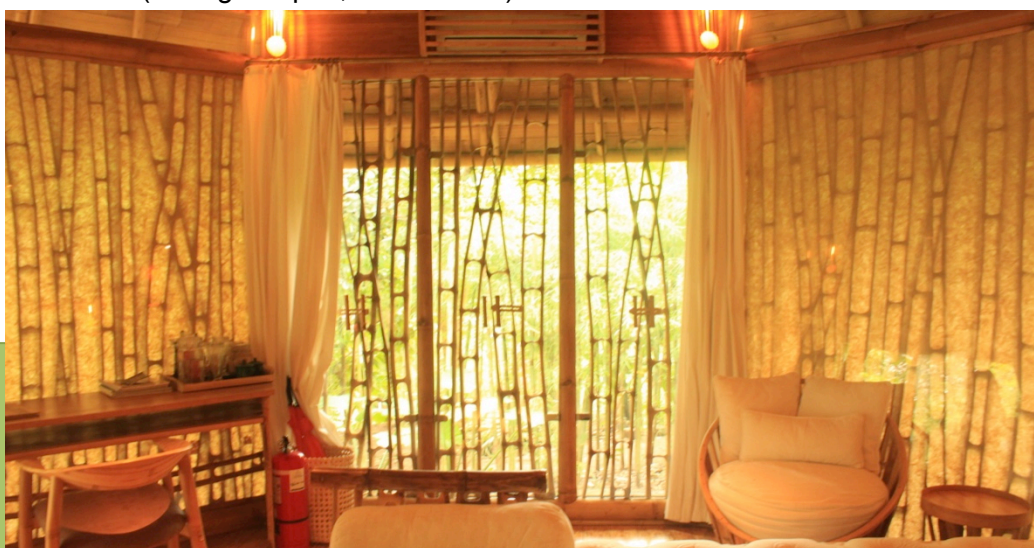


Fig. 134: Paredes com secções longitudinais da cana de bambu. Green Village

A técnica aprimorada da Ibuku desenhou e executou tramas de tecidos de bambu sobre a estrutura interior dos caules, formando paredes semi-opacas e semi-translúcidas, oferecem uma claridade espacial difusa e uma textura esteticamente apelativa. (Figura 134)

## PORTAS E JANELAS

Nas edificações tradicionais, os vãos são construídos de maneira muito simples, com a montagem de colmos de pequeno diâmetro amarrados, formando painéis revestidos de tecidos de tramas de tiras de bambu. Em algumas culturas, esses painéis podem possuir uma grade paralela, para proteção contra animais e invasores, ou tramas com pequenas aberturas para que, mesmo fechadas, impeçam a entrada de insetos e permitam a circulação de ar.

As portas e janelas tiveram seu acabamento melhorado em razão do aperfeiçoamento através de máquinas e equipamentos de processamento do bambu, uniformizando e aparelhando as peças de bambu, bem como pela utilização de projetos mais sofisticados, com novos encaixes e colocação de ferragens e vidros. (Figura 135 -137)



Fig. 135: Ferragens de porta, Ibuku



Fig. 136: Originais vão revestidos de bambu

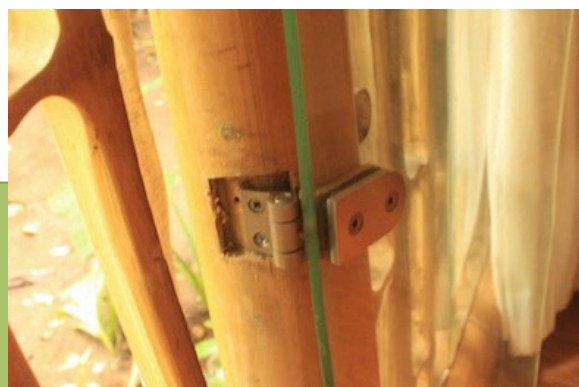


Fig. 137: Ferragem para colocação de vidro



## ARCOS

As canas de bambu com diâmetros acima dos 4-5 centímetros, não curvam tão facilmente, principalmente depois de secar. No entanto, as canas mais finas, com diâmetro inferior a 4 centímetros, quando ainda estão verdes, conseguem flexionar sem quebrar ou rachar.

Tradicionalmente, com a ação do fogo, conseguia-se vergar a cana, lentamente, mas o trabalho de aquecimento, embora fosse benéfico como modo de tratamento, era contudo arriscado, pois o bambu é rapidamente inflamável.

Outra técnica aplicada ao bambu na execução de arcos ou elementos curvos, consiste em abrir o bambu em tiras verticais em toda a sua longitude, resultando no comprimento do arco, e juntar as tiras como os nós interiores afagados, unidas por parafusos ou bandas (metálicas e cordas). (MINKE, G.; 2012:54) (Fig.: 137 e 140)

No uso da cana mediterrânea para a montagem de arcos era, tradicionalmente, praticada em algumas partes do Iraque, conhecida como técnica Mudhif, consistia em



Fig. 138: Molde de arcos em bambu

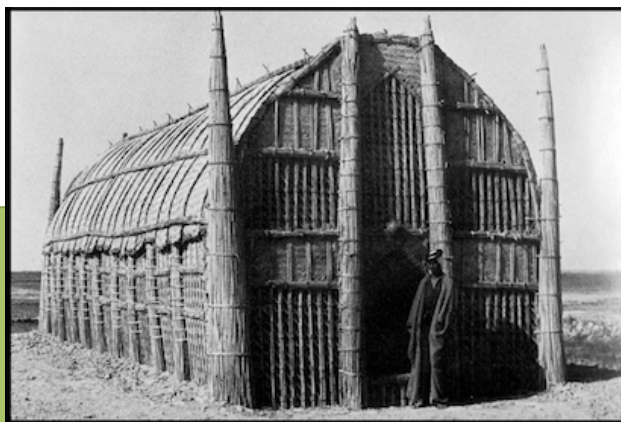


Fig. 139: Técnica construtiva "Mudhif", Iraque



Fig. 140: Arcos ogivais com cana fina inteira



Fig. 141: Arco com ripas de bambu, Tulum

justar um bando de canas finas, formando colunas com bases circulares, assentes no chão e curvadas, concebendo o edifício com a forma de abóboda de berço. (SAINT-HILAIRE, Alain;1980) (Fig.: 138)

No entanto, na península ibérica, a mesma técnica veio a ser explorada e aprimorada por uma equipa de arquitetos e interessados em bioconstrução, a Canyaviva.

O método de construção de arcos com Arundo Donax começou com a observação da cana no seu estado natural e, após experiências e testes através da universidade de engenharia de Barcelona, enraizou uma técnica muito precisa no aproveitamento da flexibilidade e resistência deste material, conseguindo resultados de organicidade e espacialidade no desenho arquitetónico.

A CanyaViva é atualmente uma associação sediada em Espanha e Portugal, desenvolve um trabalho não só de projeto, como de encontro social, formando campos de trabalho, aprendizagem, investigação e intercâmbio de conhecimentos.

### PAÍNEIS PRE-FABRICADOS

Nos forros – tetos, paredes, pavimentos, tampos etc. - utilizam-se painéis pré-fabricados de tiras de bambu de bambu, que podem ser estruturados com réguas de madeira ou metal e fixados com fios de arame de aço. Como proteção e melhores

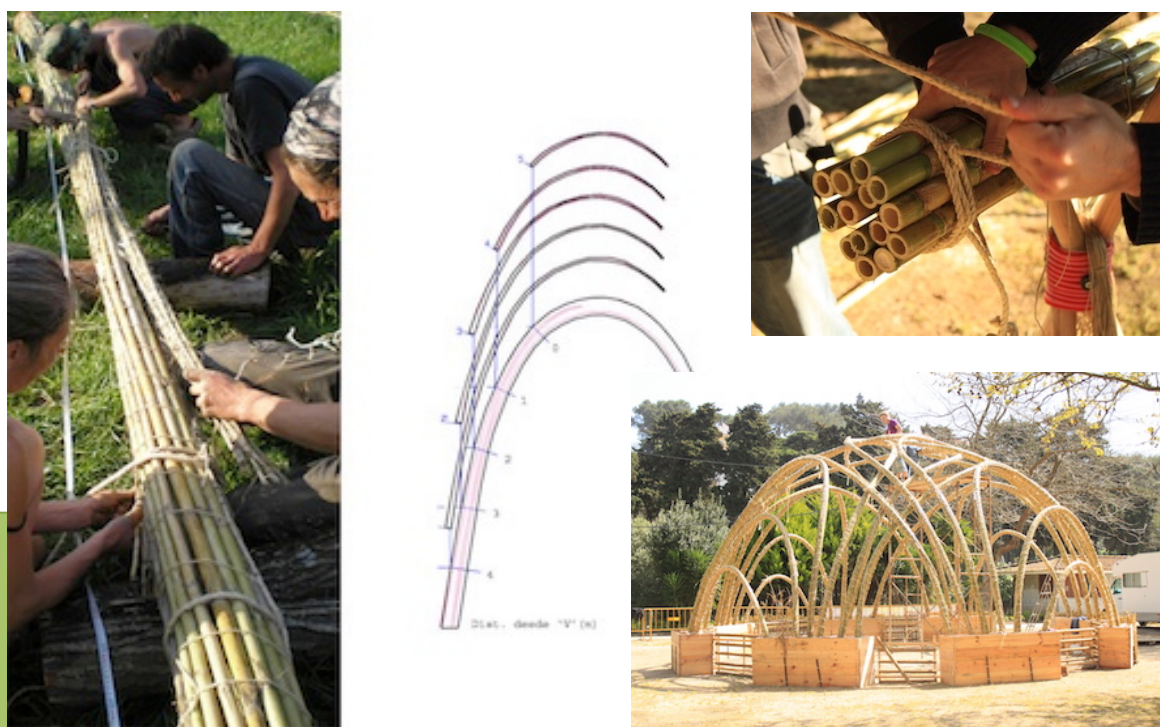


Fig. 142, 143, 144, 145: Técnica Canya Viva para construção de arcos com cana mediterrânea, Portugal, 2010



efeitos estéticos, recebem camadas de verniz impermeabilizante. (Figura 146)

Os painéis trançados, ou aglomerados, com máquinas, já eram realizados em 1972 e indicavam possibilidades de produção em série, aplicando-se resinas a quente, em média a 140 °C, sob pressão de aproximadamente 30 kgf/cm<sup>2</sup>, com fenol-formaldeído e melamina-formaldeído, contendo 15% de resina. Este processo fornece também, ao bambu, uma considerável resistência a insetos e às intempéries (NAÇÕES UNIDAS, 1972, citado por CORTEZ, 2003:61). (Figura 147)



Fig. 146: Aplicação de resina



Fig. 147: Painel pré fabricado com verniz impermeável

## PÓRTICOS

A evolução e aplicação da engenharia nas estruturas de cobertura com bambu ampliaram suas possibilidades de aplicação, sendo utilizadas até mesmo em grandes vãos, com a segurança necessária a qualquer estrutura das edificações atuais. As inúmeras possibilidades de formas criadas por arquitetos e engenheiros dão margem à criação de uma arquitetura própria para o material.



Fig. 148: Pandyan School, Chiang Mai, Tailândia

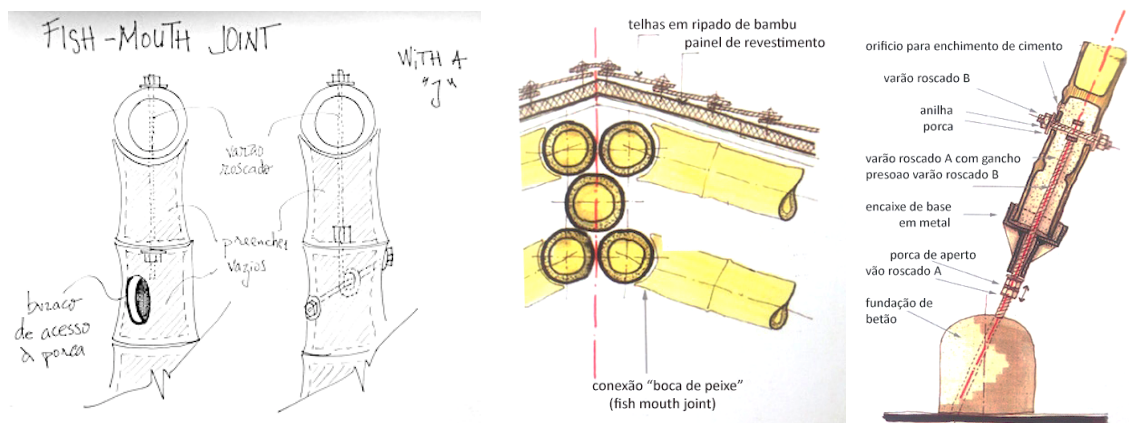


Fig. 149 150, 151: Desenhos representativos de técnicas construtivas simples

Comummente, a construção de pórticos em bambu repousa em colunas tripartidas, assentes numa fundação rígida, que são unidas por vigas no cume e em soleira nos beirais. (Figura 150 e 153)

É aplicado, na maioria dos casos, a conexão “boca de peixe” – *fish mouth joint* – que permite uma união simples e eficaz, possibilita também ser desmontável, com a aplicação de varão roscado. (Figura 149)

As estrutura e colunas com forma em “V” fornece resistência suficiente às cargas da cobertura como também do vento. (Figura 151)



Fig. 152: Pórtico simples, colunas em “V”



Fig. 153: Sistema Pilar-Viga em “V”



Fig. 154: Pórtico, Dublin, Irlanda



Fig. 155: Pórtico piramidal, Boom, Portugal



### III. 3. A técnica do Bambu na Arquitetura Contemporânea:

Neste particular momento histórico em que as questões ambientais e sociais se relacionam fortemente com as económicas, o bambu oferece uma resposta inovadora aos problemas de projeto contemporâneo. O caminho atual do projeto “consciente” assume o desenvolvimento de novas tecnologias e o redescobrimiento dos materiais tradicionais, pois não só se torna ecológico pela redução do gasto de energia de produção como por uma boa gestão dos recursos naturais.

Assim, a exigência de projetar de acordo com princípios de sustentabilidade ambiental, económica e social, leva a arquitetos de todo o mundo a investir tempo na investigação e experimentação deste material auto sustentável.

No contexto da arquitetura contemporânea, o bambu permitiu o homem explorar as suas capacidades de resistência e flexibilidade, através de formas mais orgânicas, bem como a combinação com outros materiais, naturais ou industriais, resultando em estruturas mais fortes, com uma capacidade de resistência antissísmica muito superior a uma estrutura de betão armado ou madeira, equiparável com a do aço. Há quem considere o bambu o “aço vegetal” – Simón Vélez e Oscar Hidalgo.

O bambu apesar da sua simplicidade, é uma das espécies vegetais com mais resistência mecânica que existem, devido às suas fibras celulósicas (Figura 156), é considerado por alguns especialistas tão durável quanto o betão e a sua tração é comparada ao aço. Especialmente em zonas com frequentes terremotos, o bambu apresenta uma potencial performance que se adequa às exigências estruturais por ser leve, resistente, flexível, fácil manuseio e custos reduzidos (em áreas nativas).

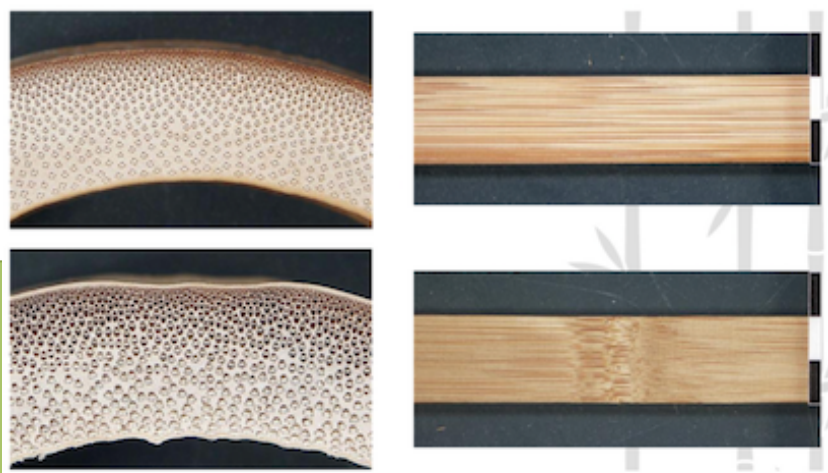


Fig. 156: Fibras naturais do bambu em secção horizontal e vertical

Ilustramos, de uma forma abrangente, dois tipos de construção com bambu:

- 1 - Duo-dimensional - sistemas de construção moderna
- 2 - Tri-dimensional - estruturas contemporâneas

Ao tipo de construção tridimensional designam-se estruturas espaciais – “Space frames” – uma vez que criam uma espacialidade ampla, muitas vezes, com alturas superiores a um ou dois pisos, tem um desenho estrutural complexo, sendo necessário a execução de maquetas manuais e digitais para o calculo de esforços, tensão e compressão.

Das estruturas espaciais distinguem-se:

- PARABOLOIDES HIPERBÓLICAS
- DOMUS
- TIPO “CONCHA”
- CÓNICAS
- ESTRUTURAS ORGÂNICAS



Fig. 157: Maquete 3D manual, Ibuku

O que torna interessante, neste ponto de vista, é entender a evolução das formas de construir e usar o bambu, perceber também o comportamento do material no cumprimento da sua função, entender a sua mecânica, elasticidade e resistência e figurar as imensas possibilidades que o bambu pode consagrar.

Enquanto que as estruturas tradicionais e a maioria das estruturas modernas são baseadas em sistemas construtivos bidimensionais, repetidos estruturalmente, as obras com uma engenharia mais avançada, com a aplicação de conexões metálicas,

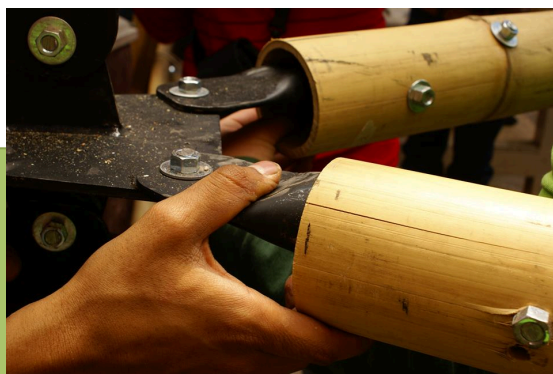


Fig. 158: Sistema metálico de fixação



Fig. 159: sistema hi tech de união.



permitem a execução de estruturas tridimensionais. Podem, assim, ser executados protótipos de peças de uso exclusivo para certo tipo de uniões.

Nas últimas obras do carpinteiro e construtor austríaco Jorg Stamm, um sistema de união mais evoluído permite a montagem de estruturas tridimensionais de treliça, com ângulos pré definidos. Patenteada, a união cônica com esfera de Stamm, permite responder às necessidades dos esforços não lineares, bem como a esforços pontuais maiores. Trata-se de uma membrana anticlástica, com conchas de dupla curvatura, feita em aço. “*Também procuramos a economia junto da standardização e a possível industrialização destas uniões*”.<sup>32</sup> (Figura 161)

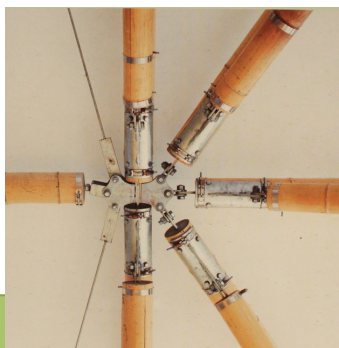


Fig. 160: Sistema de união



Fig. 161: União cônica, patente de Jorg Stamm



Fig. 162: Casa Feng Shui, Japão



Fig. 163: Sistema de união Pilar-viga

<sup>32</sup> FONTE: STAMM, J.; Publicação *La Evolución de los Métodos constructivos en Bambú*; Puebla, México.

Estruturas permanentes com base em técnicas contemporâneas Usam uniões metálicas, muitas vezes, peças concebidas particularmente para o efeito pretendido. Pode ser outra dificuldade do bambu, a de encontrar peças standardizadas para uniões, uma vez que o bambu, por ser natural, difere muito de cana para cana, em espessura, grossura, curvatura e elasticidade.

No campo das investigações e experiências elaboradas com bambu combinado com o betão, falta ainda determinar a sua gama completa de aplicações, devido às suas limitações indesejáveis visto tratar-se de um material vegetal. Contração e expansão são dois comportamentos a ser estudados, dado a alteração de temperatura pela absorção de água, a sua debilidade estrutural provocada por fungos e a sua natural biodegradação.

Na contemporaneidade, o bambu é usado em combinação com praticamente todo o tipo de materiais. Usa-se aço, ferro, e cimento, para fortalecer as uniões.

Já há muito, os asiáticos e sul americanos têm experimentado a introdução do bambu com betão para pisos, o bambu substituí o ferro, principalmente em países onde o ferro tem um custo elevado. (Figura 164)

A utilização do bambu com o cimento tem trazido novas descobertas e soluções a serem analisadas, pois a disponibilidade de opções pode ser infinita.

Em experiências com esta combinação, o arquiteto Vo Trong Nghia inovou este conceito. Numa das suas recentes obras, Nghia usou o bambu como cofragem de paredes exteriores, originando o negativo das canas nas fachadas. (Figura 165)

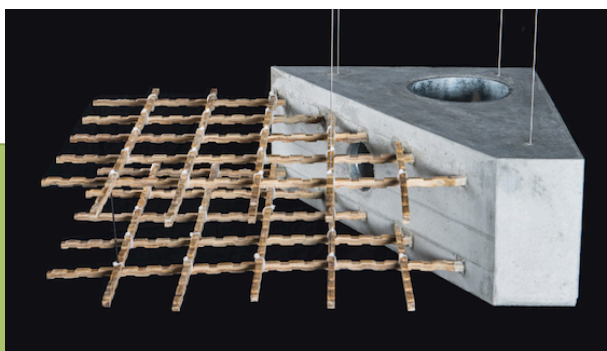


Fig. 164: Aplicação do bambu em lajes de betão



Fig. 165: Cofragem com canas

Outra obra de distinção pelo uso do betão sobre armação em bambu, é o Centro Comunitário em Naiju, Japão, do arquiteto japonês Hamura Shoei Yoh. Esta estrutura tipo “Concha” – “Shell Structure” – trata-se de uma rede de tiras de bambu, dispostas ortogonalmente, suportadas por uma coluna central provisória, com os extremos fixados em bases rígidas curvadas. Essa tensão funciona como cofragem para uma estrutura de “concha” de betão armado com bambu. Entre a trama de bambu e o cimento colocaram uma camada de poliuretano de três centímetros de espessura como isolamento térmico. Posteriormente à secagem do cimento, a coluna central foi removida e a estrutura foi convertida em uma concha, recebendo forças de compressão e flexão. Por fim foi coberta com uma membrana impermeabilizante (MINKE, G.; 2012:101). (Figura: 166 e 167)

Entre os materiais naturais faz-se distinção ao uso da terra, através de taipa ou blocos de adobe, ou simples revestimento de barro sobre painéis de entrelaçado de bambu, com um reboco de cal hidráulica misturada com areia fina. (Figura 168)

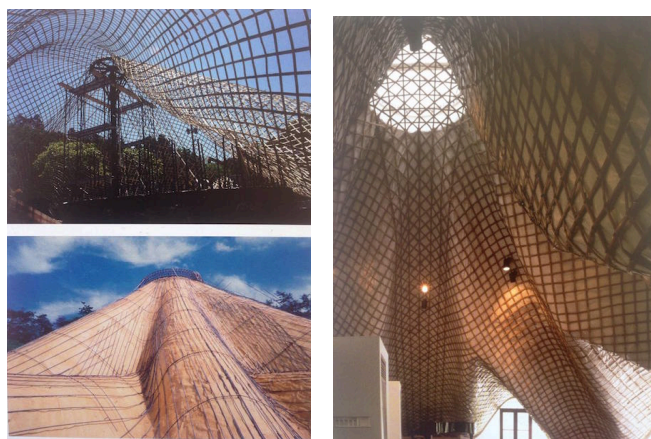


Fig.166: cobertura armada em bambu, Japão, 1995



Fig. 167: Bambu (ferro)cimento, Japão, 1995



Fig. 168: Canya Viva, Sevilha, 2012



No Ocidente, estas estruturas, mesmo com base em uniões de alta resistência e cálculos de estrutura, não são regulamentadas. Portanto, o uso do bambu na construção civil está ainda condicionado, ainda que, alguns arquitetos dão-lhe um uso mais decorativo.

Foi deste modo que o arquiteto Hentrich-Petschnigg contornou os limites e “forrou” um parque de estacionamento de 3 pisos, em Leipzig, Alemanha. São 4,000 m<sup>2</sup> de fachada revestida com canas retas de 2,60 metros de altura em cada piso. Foram usadas cerca de sete mil canas Guadua, importadas da Colômbia. (MINKE, G.: 2012:126) (Figura 165)

Nos pontos seguintes, vamos compreender a evolução das formas arquitetônicas no uso do bambu. Das formas simples, de uma arquitetura tradicional e manual, com o uso de cordas e aplicação de nós de amarre, progredindo para formas mais modernas, baseadas em “estruturas duo dimensionais”, com sistemas construtivos como “pilar-viga”, “tipis” ou “domos”, onde o arquiteto Simon Vélez, mestre da engenharia em bambu, mostra a potencialidade do bambu enquanto material estrutural e abre portas às formas contemporâneas, com técnicas experimentalmente bem sucedidas, combinadas com outros materiais, permitindo espaços mais amplos, com formas mais dinâmicas e, estruturalmente e esteticamente, mais aprimorados.

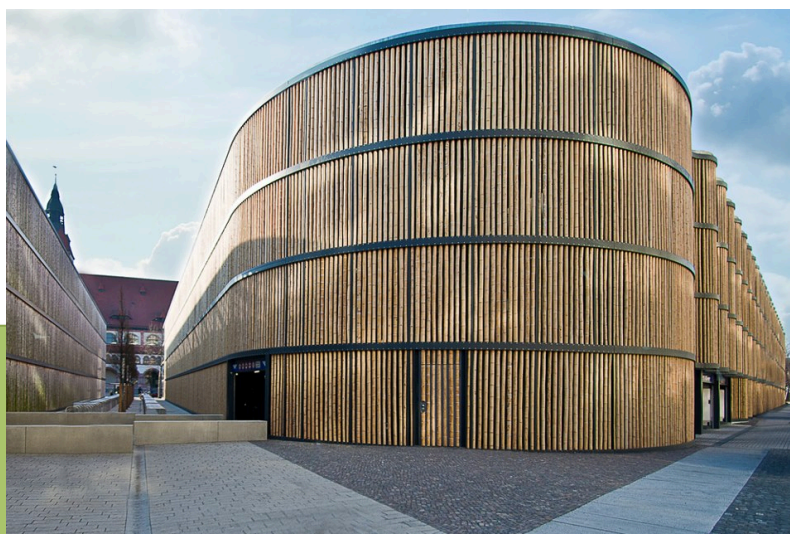


Fig. 169: Fachada de parque estacionamento fechado, Alemanha



### III. 3.2. Formas tridimensionais e técnicas contemporâneas;

A evolução dos sistemas estruturais das obras de arquitetura em bambu, tem crescido de forma inovadora e, fazem, atualmente, parte de um novo conceito de construção ecológica e consciente transformação dos métodos utilizados, com proveito tecnológico, da arquitetura natural contemporânea.

Os edifícios da Green school, assim como os da Panyaden School, na Tailândia, exemplos vitais desta arquitetura, adquirem a sua forma através do material, é próprio material que desenha a estrutura. Quando uma vara de bambu, com 20 metros, curvada, afunilada, irregular, bastante resistente surge como um pilar, é a sua organicidade que permite alcançar o resultado final da sua forma. Isto é uma atitude de respeito pelo material, deixar que seja o material guiar o desenho em vez de ser o desenho a determinar a composição material com o rigor milimétrico de uma arquitetura geométrica. O bambu exibe a sua individualidade e o seu conjunto. É fibroso, é versátil, protege e precisa ser protegido, assim como o ser humano.

A este tipo de arquitetura, a qual designamos arquitetura espacial natural, determina-se por métodos e formas.

Fazemos então uma descrição ilustrativa de alguns exemplos de estruturas espaciais como:

- domus
- paraboloides hiperbólicas
- tipo “concha”
- cónicas
- estruturas orgânicas



Fig. 170: Panyaden School , Chiang Mai, Tailândia

## DOMUS – CÚPULAS

Um Domos é uma estrutura com dupla curva em direções idênticas, que transfere forças compressivas. Os domos em bambu tendem a ser bastante funcionais graças à sua leveza e facilidade de desmontagem e transporte.

Além da compreensão da forma geométrica de desenha vários tipos de cúpulas, geodésica, radial, reticulada ou por formação de arcos flexionados exemplo CanyaViva. (Figura 167)



Fig. 171: Domus em arcos curvados de cana

Foram, até hoje, descobertas várias técnicas e métodos de uniões para domus. Vejamos, em alguns casos, conforme o lugar e os meios de execução, como foram analisados em protótipos e realizados em obra.



Figs. 172, 173 , 174: Possíveis uniões na montagem de domus



Fig. 175 e 176: Sistema de rotação angular para montagem de domus hexagonal



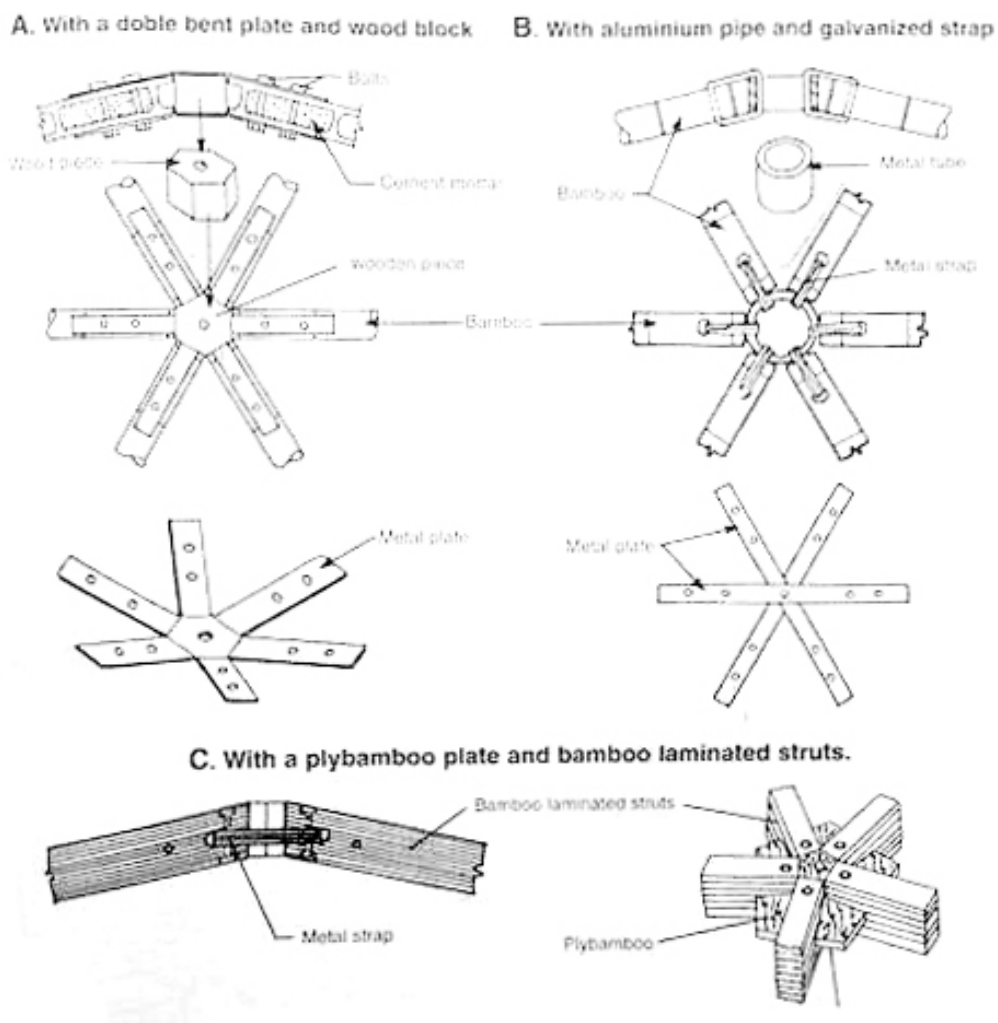


Fig. 177: Conexões metálicas para união das peças de um domus geodésico – HIIDALGO, O. 2003: 335



Fig. 178: União com tubo em pvc, Green school, Bali.



Fig. 179: União metálica, método de Hidalgo.

## PARABOLOIDES HIPERBÓLICAS

Uma parabolóide hiperbólica é uma forma com dupla curvatura em diferentes direções. As suas secções verticais, com a forma de parábolas, e as suas secções horizontais, em hipérboles, originam o objeto curvado, com efeito, pois as linhas que estruturam a forma são rectas.



Fig. 180: Montagem de hiperboloide, Índia

Estas estruturas feitas em bambu têm um resultado muito bem sucedido, pois a elasticidade das canas de bambu permitem uma enorme capacidade de flexão. Para estabilizar as asas, é necessário bases resistentes de apoio e suporte, uma vez que estas estruturas transferem forças de tensão e compressão, devem ser firmemente estabilizadas nos quatro vértices.

O seu tempo de construção é bastante rápido e muito eficiente em termos de consumo de material.



Fig. 181 e 182: Hiperboloide, workshop na UNAM, México



## ESTRUTURAS DE MEMBRANA TENSIONADA

É pouco comum ver-se o comprimento total de uma cana de bambu, em torno de vinte metros de altura, ser usado em construção, provavelmente, devido ao fato de ser um elemento tão delgado e curvo. Mas, na “Three Mountains factory”, em Bali, Jorg Stamm decidiu usar os bambus na sua altura máxima, aproveitar as suas curvaturas naturais, possibilitando, assim, criar superfícies ativas com curvas na mesma direção, como também, superfícies de curvatura anticlástica – com direções perpendiculares, como são as paraboloides hiperbólicas - são casos de formas curvas resultantes de corpos flexíveis de canas rectas.

As hastes longas e leves de bambu responderam muito melhor aos esforços de flexão do que os testes de propriedades físico-mecânicas previam. Se olharmos para o esforço exercido pelo vento sobre estas varas finas, estamos aterrorizados que se dobrem, mas quase nunca quebram. Essa elasticidade aumenta quando estão secas, e quase não são permitidas a dobrar pela força humana. Este fenômeno foi utilizado na estrutura da fábrica de joalheria, em Bali, composta por quatro paraboloides hiperbólicas, sustentadas por três colunas em forma de crateras.

Jorg Stamm, criou um desenho de um novo sistema de coluna “cilíndrica hiperbólica” uma coluna composta por várias canas de bambu torcidas entre si, cruzando-se em vários pontos e, portanto, cria uma “trança” cilíndrica vertical, que gera altura suficiente para que o telhado tenha uma inclinação estável, para responder a ventos e chuvas tropicais. Esta solução é um novo conceito de estrutura espacial, coberta com uma membrana anticlástica.

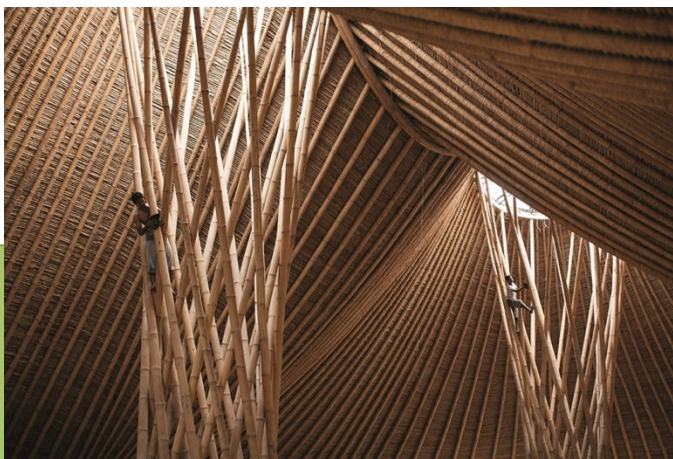


Fig. 183: Colunas cilíndricas com canas singulares de 20 metros de altura, Jorg Stamm

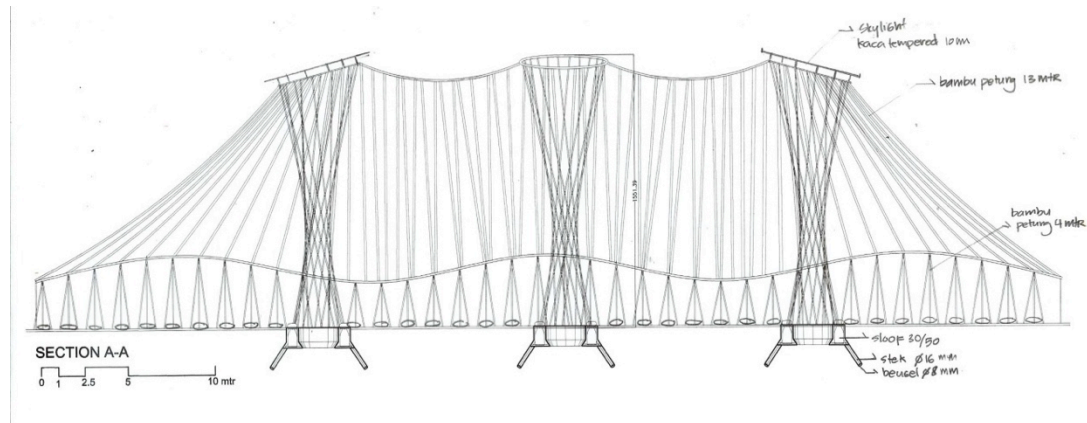


Fig. 184: Secção longitudinal – “Three mountains Lodge” – Jorg Stamm, Bali, 2007

As claraboias das colunas são fechadas com vidro temperado, suportado por um anel de aço, que garante a estabilidade do anel superior feito de laminado de bambu, permitem, assim, a iluminação natural indireta no interior da fábrica.

A estrutura foi batizada de “três montanhas” que expressa a forma da sua cobertura, revestida com o tradicional “Alang alang”, telhados em palha, técnica indonésia.

Outro exemplo deste tipo de estruturas é a Panyaden School, em Chiang Mai, Tailândia. De formas muito orgânicas, estes edifícios, que relembram criaturas, estão estabilizados pelas suas curvas tencionadas da cobertura exercendo esforço por tensão até às extremidades suportadas por colunas oblíquas que distribuem as cargas verticais. (Figura 179)



Fig. 185: Panyaden School, LCC-Chiang Mai



Fig. 186: Jewellery factory, Bali, 2007

## TIPO “CONCHA”

As estruturas espaciais visam cobrir uma grande área com pouco material e pouco peso. Cada elemento recebe apenas forças axiais sendo que estas forças concentram-se nos nós tridimensionais sem momentos.

As construções de conchas são fáceis de fazer e podem ser estruturas muito grandes. Porque os pólos podem ser estendidos praticamente invisíveis e com boa distribuição de esforços. Também é adequado para trabalhos sem andaimes, já que o rombo serve como uma escada. Este mesmo sistema de hastes cruzadas também pode ser aplicado em sistemas pequenos, portáteis e destacáveis, já que parece um acordeão. É fornecido como suporte sob membranas transparentes, criando uma matriz interessante.

A sua geometria complexa e seus vários métodos construtivos permitem espaços amplos. Podem ser concebidos com formas duo dimensionais, através de módulos repetidos e unidos como uma “teia”, ou as formas côncavas, efeito “cabaça”, ou formas tridimensionais através de sistemas de treliças ou membranas trançadas.



Fig. 187: Protótipo executado pela UNAM, Universidade Arquitetura, Cidade do México



## ESTRUTURAS ORGÂNICAS

*"By imitating nature, art was born"*Marc-Antoine Laugier<sup>33</sup>

Definem-se, aqui, como estruturas orgânicas aquelas em que o material determina a sua própria forma, respondendo às leis naturais da física e da matéria-prima. As suas formas são, muitas vezes, confundidas na paisagem como elementos que fazem parte da natureza. Consideram-se orgânicas, também, pela escassez de aplicações industriais, ou não naturais, na sua concepção. E como exemplo desta organicidade temos as estruturas da Canya Viva, as quais são executadas com o mínimo de recursos não naturais: Não são usadas ferramentas elétricas, nem ferragens, bem como o cimento pode ser evitado, mesmo nas fundações. As fundações de estruturas leves, temporárias ou permanentes, com cana mediterrânea ou bambu, podem ser afundadas em gravilha e cal, permitindo uma fácil drenagem de águas pluviais, de modo que o material respire sem criar humidades e, consecutivamente, o apodrecimento. Em outros casos, como a Panyaden School na Tailândia, as grossas canas de bambu assentam sobre pedras que, por sua vez, fazem a conexão entre as fundações e as colunas em bambu.

Toda a estrutura da cobertura foi feita em bambu que, devido ao seu processo de produção, consegue vencer grandes vãos com facilidade e refinamento estético. As estruturas tornam-se esbeltas pela sua altura e formas curvadas. Têm normalmente um pé direito alto que permite a ventilação e arejamento de todas as áreas interiores do edifício.



Fig. 188 e 189: Panyaden School, executada por LC Chiang Mai, Tailândia

<sup>33</sup> FONTE: [www.domusweb.it/en/architecture/2010/12/12/the-green-school.html](http://www.domusweb.it/en/architecture/2010/12/12/the-green-school.html)



Os edifícios da Green Village, caso de estudo nesta tese, são como um deambular na natureza, quase não se distingue a obra da sua envolvente. Há muita transparência e integração entre interior e exterior, quase uma fusão entre eles.



Fig. 190: Alojamento turístico, Green Village, Balli



Fig. 191: Canya Viva, Portugal, 2010



Fig. 192: Domus com tiras de bambu



Fig. 193: Canya Viva, Boom festival, Idanha-a-Nova, Portugal, 2010

## ESTRUTURAS TENSÍTEGRAS

Em mecânica, tensegridade é uma propriedade presente em objetos cujos componentes usam a tração e a compressão de forma combinada, de modo a proporcionar-lhes estabilidade e resistência.

O termo “tensegridade” (“tensegrity”) não deve ser confundido com “tensionada” (“tensile”). Uma estrutura “tensionada” é uma construção de elementos que possuem apenas tração e sem compressão ou flexão.

Segundo Buckminster Fuller , os grandes sistemas estruturais do Universo são formados por ilhas de compressão inseridas num todo contínuo de tensão. Tensegridade deriva de “estruturação de integridade tensional”.

As forças tensesis transmitem-se naturalmente através do trajeto mais curto entre dois pontos, por isso, os membros de uma estrutura de tensegridade estão situados precisamente onde sustentam mais eficazmente a pressão. (INGBER, D.; 2008)

As estruturas tensíntegras contém um estado auto-equilibrado e pré-esforçado que conferem características e propriedades únicas muito interessantes como não dependerem da gravidade para estarem em equilíbrio, graças ao seu estado auto-equilibrado, são soluções estruturais muito leves e esbeltas.

O bambu tem uma performance eficaz neste tipo de estruturas, pois, por si só, já é um material leve e esbelto.



Fig. 194 e 195: Exemplos de estruturas tensíntegras com cobertura fina e leve, BambooDNA, USA.

### III. 3.4. O bambu na arquitetura efêmera;

*“Há no efêmero um movimento do ser ao não ser. É uma metamorfose.*

*A obra é e logo deixa de ser.”<sup>34</sup>*

A arquitetura efêmera é um conceito com base no espaço fugaz, no sentido em que esse espaço existe num tempo, determinadamente, curto. É uma criação de um ambiente num espaço temporário

A diferença básica entre a arquitetura efêmera e a arquitetura convencional é a duração da obra realizada, que, como o próprio nome o diz, um carácter temporário, de curta duração.

Os eventos temporários, que requerem estruturas provisórias, são, normalmente, acontecimentos de circunstância voluntária, como feiras, campanhas de exibição ou divulgação, eventos do tipo celebrações, festas, ou, festivais, mas podem ser, também, acontecimentos involuntários, como estruturas de apoio em acidentes ou desastres, por exemplo, em caso de inundações, incêndios ou terremotos, surge a emergência de construir no local do incidente abrigos de apoio temporários.

Para a criação deste tipo de espaços, o arquiteto toma em consideração o público a quem o espaço se destina, quanto tempo o mesmo ficará montado e qual a mensagem que se pretende transmitir. A necessidade efêmera e o desenvolvimento tecnológicos deste tipo de estruturas, principalmente as tencionadas, possibilitaram



Fig. 196: Estruturas temporárias, Boom festival, 2010

<sup>34</sup> Vítor Molina Escobar, FONTE: <http://arquiteturaefemera.blogspot.pt/>



o uso da arquitetura efêmera em grande escala, em eventos dos mais variados tipos, exposições, feiras, festivais, entre outros.

A arquitetura efêmera é o terreno comum entre arquitetura e arte. O desafio de um projeto desta natureza é quebrar paradigmas, exhibir inovação, mudar mentes.

A função está associada a significados simbólicos e o conceito de tempo é o elemento principal (se não o único) a considerar, desde a forma até aos materiais.

Do vazio, emerge o espaço de exibição e de metamorfismo, cujo principal objetivo é traduzir, nestes ambientes, a essência e a imagem de si mesmas, que desejam oferecer ao espectador, incentivar os visitantes a explorar momentos e sensações através da arquitetura e, em casos pontuais, da cenografia

A natureza temporária deste tipo de estruturas oferece a oportunidade de experimentar a independência, o que é muito raro na arquitetura normalizada. É uma experiência, um acontecimento – “happening” - uma ótima oportunidade para os arquitetos desenharem além das limitações impostas pelos regulamentos, pelos programas e pelos projetos de execução. Neste tipo de arquitetura, tudo acontece, pode-se ultrapassar limites, alterar escalas, explorar todos os materiais. É o momento oportuno para uma arquitetura cenográfica poder transformar-se numa escultura arquitectónica. (Figura 190)



Fig. 197: Bamboo Dna, EUA.



Fig. 198: *Water*, Obra de Tetsunori Kawana, Melborn



Neste campo, o bambu tem uma performance excecional. Leve, flexível, de fácil e rápida produção, permitindo espaços cobertos amplos, com infinitas possibilidades onde o material deixa-se ser o elemento criativo e inspirador da forma arquitetónica e escultórica.



Fig. 199: Da autora, protótipo, 2015



Fig. 200: Bamboo Dna, EUA, 2015



Fig. 201: Bpm, Portimão, 2017



Fig. 202: Canya Viva, Sevilha, 2010



Fig. 203: Boom festival, Portugal, 2010



Fig. 204: Bamboo DNA, EUA, 2015

### III. 4. Notas conclusivas

A utilização do bambu, na construção civil, padece várias dificuldades, entre elas, a cultural, a falta de conhecimento técnico e a falta de normativas de construção vigentes.

No contexto cultural, social, económico e industrial nos países desenvolvidos o bambu é visto com desconfiança e como um material estranho comparado com os materiais fabricados, como a madeira ou o metal. Na Europa não existe regulamentação para o uso do bambu enquanto material estrutural. Por esta razão, a sociedade ocidental aceita o bambu com um sentido mais estético, exótico, apreciado na decoração e bem aceite em estruturas de carácter temporário.

Vimos aqui como o bambu consegue exercer esforços de compressão e tensão. A sua performance na arquitetura das formas permite alcançar até onde mais nenhum material consegue competir, devido ao seu elevado grau de elasticidade e flexão. Ainda assim, o trabalho para formalizar regulamentação específica tem ainda um longo percurso.

No campo da investigação, a Europa está visivelmente mais demorada em investir num trabalho de construção com bambu do que as Américas e a Ásia. Contudo, é através de eventos, onde a regulamentação não é rigorosa, que se aposta neste material com base na sua ecologia, mas, que acaba por ser um “show room” das novas formas desta arquitetura vegetal.



Fig. 205 : Bpm festival, Portimão, 2017



Fig. 206: Bamboo DNA, USA, 2017



#### IV. Casos de estudo

##### 1. INTRODUÇÃO

Quando foi considerada a necessidade de um caso de estudo para esta tese, a primeira opção foi a Green School, em Bali, escolha indiscutível por o seu complexo arquitetónico ser o mais representativo no mundo da construção em Bambu. A Green School, como o próprio nome indica, foi concebida para ser uma escola ecológica, criada de origem com base num desenvolvimento sustentável, funcionando por si mesma, como uma pequena comunidade. Dela fazem parte alunos, pais e professores, que vivem para um desenvolvimento pedagógico e humano ideal, de acordo com a sociedade e natureza que a rodeiam. Mas é ainda uma comunidade fechada e delimitada, que vive dentro de outra comunidade em progressão - a local inserida na regional. É esta característica que possibilita, neste caso de estudo, uma interessante analogia de comparação e integração entre uma pequena comunidade e a sua comunidade regional. Aqui falamos à escala de um grupo. Já o caso de Auroville afirma-se como uma comunidade local dentro da comunidade regional de um país com 1,5 biliões de habitantes.

Observamos duas escalas de comunidade diferentes em número, mas que,



Fig. 207: Matrimandir, Auroville



Fig. 208 Green school, Bali

proporcionalmente, podem ser comparadas, e que, sobretudo, pelos seus interesses e integração no espaço físico e cultural, podem ser analisadas como duas sociedades semelhantes, embora distintas.

Os dois casos de estudo relatam um grupo social de indivíduos fora do seu contexto, ou melhor, de indivíduos que saíram do seu contexto cultural e patriótico, e que, como opção de vida, escolheram um lugar onde pudessem viver em harmonia com a comunidade e o meio natural em que se inserem. São lugares onde as medicinas naturais e as terapias alternativas, a permacultura e a educação sustentável, como a ayurveda e o yoga, são práticas procuradas por estes indivíduos, que aí encontram um propósito de vida. Consequentemente, procuram estabelecer-se com um fim comum a todos os residentes, criando as condições de vivência adequadas ao grupo e à sua inserção na sociedade, visionando sempre modos de vida mais sustentáveis.

Auroville era já um local conhecido através do Bamboo Centre e dos seus projetos experimentais, num contexto em desenvolvimento como a Índia, lugar exemplar e destino inovador para a população de estudantes de Arquitetura no país; modelo de comunidade sustentável dum povo em rápido mas desorganizado desenvolvimento; um lugar de destino para muitos que ambicionam aprender e experienciar; um abrigo para investigadores das mais diversas áreas de conhecimento, nunca esquecendo os contatos com o meio natural e os seus objetivos quanto ao modo de vida que a comunidade se propõe atingir.

Neste caso de Auroville, o objetivo foi perceber como uma comunidade cresce com base numa filosofia com soluções alternativas para ser ao mesmo tempo sustentável e espiritual. Escolhi esta cidade por ela surgir como um lugar especial no contexto também tão peculiar que é o da Índia.



Fig. 209: Auroville, Índia



Fig. 210: Green school, Bali, Índonésia



A Índia, com toda a sua cultura, arte, religião e história , é um país velho, enraizado numa complexidade de idiomas, representações, estrutura social e espiritualidades conetadas com a crença e adoração de divindades de diversas mitologias religiosas. A Índia é também uma forte potência em crescimento e desenvolvimento económico e tecnológico.

Auroville, localizada a sul da Índia, funciona como laboratório vivo e ativo, sendo um caso exemplar para as novas gerações. Desenvolve, entre muitas outras atividades, projetos de arquitetura natural ou ecológica, sendo a sede do Bamboo Centre e do Earth Center, onde outros arquitetos vivem e trabalham sobretudo com técnicas e materiais alternativos, não só naturais como reciclados.

*"Auroville is an alive laboratory."* <sup>1</sup>

O mesmo conceito foi considerado na Green School. A sua natureza experimental surgiu desde o início da sua concepção, explorando todas as vertentes desde a arquitetura à pedagogia, que conduziram ao seu sucesso enquanto escola. A Green School tornou-se, portanto, um excelente caso de estudo, quanto à sustentabilidade e avanço das técnicas de construção em Bambu e ao nível de outras soluções ecológicas de um pequeno grupo inserido numa comunidade tão contrastante.

*"The Green School is a living laboratory."* <sup>2</sup>

Ambos os casos de estudo se localizam na Ásia, em zonas de clima tropical. Cada um é um caso peculiar no que respeita à sua sociedade, história, cultura e dimensão geográfica e demográfica. O fato curioso acerca destes dois casos é que ambos estão inseridos numa sociedade e cultura onde o Hinduísmo é a religião predominante, com histórias diferentes e divindades e rituais distintos, embora nenhum destes grupos/comunidades siga verdadeiramente esta ou qualquer outra religião, como iremos compreender mais à frente.

---

<sup>1</sup> The Mother, Pondicherry, 1972

<sup>2</sup> Ben Macrory, diretor da escola em 2015, FONTE: [www.greenschool.org](http://www.greenschool.org)



## IV. 2. Auroville

*“There should be somewhere upon earth a place that no nation could claim as its sole property, a place where all human beings of good will, sincere in their aspiration, could live freely as citizens of the world..”*<sup>3</sup>

Auroville é uma comunidade situada entre os estados de Tamil Nadu e Puducherry, no sul da Índia. Esta comunidade foi idealizada para ser uma "township" universal, com o objetivo de concretizar uma unidade humana, de homens e mulheres de todas as nacionalidades, que deveriam viver em harmonia, partilhando uma ideologia comum, independentemente das suas diferenças culturais, políticas ou religiosas.

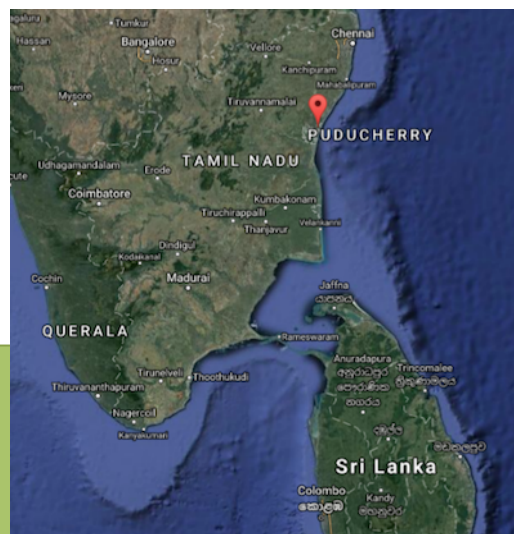


Fig. 211: Green school, Bali, Índonesia

*“Auroville is meant to be a universal town where man and woman of all countries are able to live in peace and progressive harmony, above all creeds, all politics and all nationalities. The purpose of Auroville is to realize human unity.”*<sup>4</sup>

Auroville foi idealizada, em 1933, por uma visionária de origem francesa que se estabeleceu na cidade de Pondicherry, ex-colônia francesa, e ali colaborou com o Guru Sri Aurobindo, cujo nome seria atribuído à sociedade crente e seguidora da sua filosofia pela sua prática de "viver", tendo a sua escola e respetivo Ashram<sup>5</sup>, em Pondicherry. Por sua vez, "Auro" proveniente de Aurobindo, conjuntamente com os termos etimológicos "Aurore" e "ville", de origem francesa, que significam "cidade do amanhecer", dão origem ao nome desta comunidade.

<sup>3</sup> The Mother, PRAKASH, Abha, 2006

<sup>4</sup> The Mother, FONTE: <https://www.auroville.org/>

<sup>5</sup> Ashram, termo sânscrito que designa “proteção”, é um eremitério hindu, a casa dos mestres, dos sábios, onde viviam em tranquilidade com a Natureza. Comunidade formada com o intuito de cultivar a espiritualidade e consciência humana através de disciplinas, como o vegetarianismo ou a meditação, orientadas por um místico ou mestre espiritual.

Embora pensada desde 1933, esta comunidade só começou a ganhar forma em meados de 1966, quando a Sociedade Sri Aurobindo e o Governo da Índia, com o reconhecimento da UNESCO, propuseram a Mirra Alfassa, conhecida como "A Mãe"- The Mother, que a sua cidade visionária, idealizada a partir da filosofia de Sri Aurobindo, fosse posta em prática. Foi então que, a 28 de Fevereiro de 1968, se deu a inauguração da comunidade Auroville, juntando cerca de 5000 pessoas de 124 nações, incluindo os 27 estados indianos. O evento teve lugar em torno da "Banyan Tree". No centro do anfiteatro localizava-se uma urna, onde foram depositadas amostras de terra providas de cada estado e nação de origem de cada um dos representantes presentes na cerimónia, como símbolo de união das diversas nações.

O depoimento prestado pela fundadora incluía os 4 princípios a cumprir por todos aqueles que desejassem fazer parte de Auroville:

1- Auroville não pertence a ninguém em particular e pertence à humanidade como um todo. Mas, para viver Auroville, o individuo deve ser ser vido de uma consciência divina.

2- Auroville será o lugar de aprendizagem eterna e de um progresso constante de uma juventude sem idade.

3- Auroville será a ponte entre passado e futuro. Usufruirá de experiências e descobertas com base no empirismo, como também no conhecimento técnico e científico. Auroville aspirará à realização de um futuro ascensional.

4- Auroville será um lugar para pesquisas materiais bem como espirituais, tendo em vista uma vivência consistente e uma unidade humana atual.



Fig. 212: Matrimandir visto do céu



Inicialmente, a previsão de conclusão das obras principais da cidade foi estipulada entre 15 a 25 anos, estando ela pensada para abrigar 50.000 habitantes. Esta "Vila" abrange uma área de 20km<sup>2</sup>. Hoje vivem lá permanentemente apenas 2700 pessoas, das quais 600 são crianças menores de 18 anos de idade e 2 terços são de nacionalidade indiana, sendo os restantes oriundos de 49 outras nações, de todas as classes sociais, culturas diversas e diferentes faixas etárias. Auroville é um projeto experimental em constante evolução e abriga, neste contexto, cerca de 700 visitantes e voluntários de nacionalidades distintas.

### III. 2.1. Do conceito à concretização de Auroville

Foi a partir de meados dos anos 60 (1965-66) que se deu início ao projeto conceptual de Auroville.

Roger Anger (1923-2008) foi um dos arquitetos mais conceituados em Paris nas décadas de 1950 e 1960. A sua proximidade familiar a Mirra Alfassa, "The Mother", foi motivo para Roger ter visitado o Ashram Sri Aurobindo anos antes de "O Sonho" ser iniciado. Casado com Françoise Morrisset, neta de Mirra, foi-lhe proposto em 1957, durante uma das suas visitas a Pondicherry, o desenho de um complexo desportivo no Ashram, o qual foi aceite e seria o primeiro projeto em cooperação com a Mother, que o convidaria, 8 anos mais tarde para o desafiador projeto da cidade divina, que ela visionara. Assim, em 1965, numa das visitas dele a Pondicherry, The Mother propunha a Roger uma utopia desenhada e projetada, uma cidade ideal onde todos fariam parte da união.

O primeiro plano desenhado pela equipa de Roger, sediada em Paris, era concebido a partir de um centro radial, que resultava numa planta concêntrica, cujo núcleo era o Matrimandir, o símbolo da união, da comunidade, da cidade.



Fig. 213: Roger Anger (ao centro) na apresentação oficial de Auroville à UNESCO, Paris 1968

Ao mesmo tempo, desenhava os primeiros traços do que viria a ser o Centro desta identidade. Roger trazia, nas suas visitas a Pondicherry, sempre mais que uma solução, explicava-a à Mother e escutava atentamente as visões dela.

A natureza idealística e experimental de Auroville conquistou a dedicação de Roger Anger de alma e coração, o que o terá feito instalar-se em Pondicherry por quase uma década. Em colaboração com Mario Heymann e Pierre Bratslavsky, concebeu um plano urbanístico concêntrico e dinâmico, em torno de um espaço verde sagrado, o centro de toda a cidade de Auroville.

Roger Anger, arquiteto responsável pelo 'Master Plan', em consenso com o "Council of Auroville Planning and Development", projeta também um segundo plano, designado por "Galaxy Plan", uma espiral galáctica em torno de Matrimandir- "Templo Mãe", como centro espiritual desta comunidade. Esta espiral está repartida em 4 zonas, que convergem para o seu centro focal: Residencial, Cultural, Internacional e Industrial. Cada zona representa uma atividade: as Escolas seriam implantadas na zona Cultural; os pavilhões Nacional e Intercultural, na zona Internacional; o Alojamento e a Hospedagem na zona Residencial; os Armazéns e as pequenas fábricas de produção local, na zona Industrial. Embora as quatro zonas fossem distintas entre si, não haveria rigidez no cumprimento destas zonas - o plano seria sempre flexível. Em torno desta espiral situava-se uma zona de floresta designada por "greenbelt"- "cinta-verde", onde se localizariam quintas de produção agrícola, jardins e floresta.

O projeto foi apresentado ao Governo da Índia, que lhe deu autorização e o encaminhou para a Assembleia Geral da UNESCO. Em 1966, numa resolução unânime, a UNESCO dava o seu aval ao projeto, declarando que era uma realização importante para o futuro da humanidade.



Fig. 214: 1º conceito de planta radial

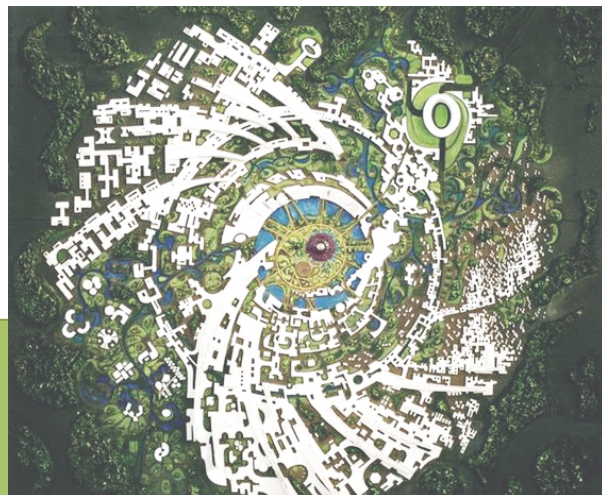


Fig. 215: Conceito plano Auroville: planta espiral

*For Roger Anger the aim of architecture was to manifest a high standard of beauty. He once said "Beauty has the power to uplift the consciousness, spontaneously." <sup>6</sup>*

*"The architect, by his arrangement of forms, realizes an order which is a pure creation of his spirit" <sup>7</sup>*

Anger, convidado para dirigir o projeto da cidade de Auroville, havia sido mentor do projeto vencedor do "*Belgian Premier Prix International d'Architecture*" em 1967, pela sua destacada obra em Grenoble - três torres residenciais de vinte e oito pisos, os mais elevados edifícios residenciais na Europa até à data. São, de fato, três torres de destaque naquela cidade alpina francesa, que proporcionam a ilusão de ótica criada pelo cubismo das varandas entre os elevados pisos - a perspectiva cúbica urbana.

Anger implantou um atelier em Pondicherry mantendo o seu estúdio oficial em Paris. O arquiteto levou o seu encargo e compromisso tão apaixonadamente que nunca cobrou qualquer pagamento, ou salário, nem mesmo as suas despesas de viagens, Roger conseguiu sempre cobrir todas as suas despesas: investiu a sua energia, tempo e dinheiro na produção do seu trabalho para esse projeto visionário e ambicioso, em honra ao compromisso que assumiu para com a sua cliente, fundadora e criadora do mesmo.

Mesmo depois do falecimento de Mirra, The Mother, enfrentando turbulências e dificuldades que surgiram em vários momentos, Roger continuou disponível para o projeto, sempre na tentativa de manter vivo o desenvolvimento da "Cidade do Amanhecer", deslocando-se pelo menos 2 vezes por ano a Pondicherry.

Roger foi um carismático arquiteto que estimulou e continua a ser inspiração para muitos arquitetos que ali chegam. Roger Anger tem vários projetos construídos em Auroville, para além do emblemático Matrimandir: duas casas privadas, incluindo a sua, e 4 escolas públicas, concebidas para o modelo educacional orientado pela Mother, sem sala de aula, mas com espaços de comunhão, e outros inspiradores para a imaginação infantil. São edifícios-esculturas, com uma singularidade única, obras arquitetónicas dos anos 60, quando o betão era usado na exploração de formas. Os primeiros conceitos na criação arquitetónica dos edifícios de Auroville não eram

---

<sup>6</sup> KUNDOO, Anupama, 2009

<sup>7</sup> Le Corbusier, *The architectural Press*, London, 1946

propriamente ecológicos, mas sim integrados na natureza e vinculados aos espaços verdes como parte da arquitetura do lugar.

À exceção da sua mais simbólica obra, Matrimandir, Roger Anger não desenhou mais projetos de arquitetura em Auroville depois de 1978, após se ausentar do comitê de residentes por um período de 6 anos. Uma vez retornado a Pondicherry, e fazendo parte do Quadro de Planeamento e Desenvolvimento de Auroville, Roger centrou-se totalmente na execução do Matrimandir, na estrutura urbana de Auroville e nas tipologias das diferentes áreas. Os seus últimos esforços envolveram uma compacta estrutura de gestão de projetos, que promovia o desenvolvimento da cidade com base num plano diretor, que evitava um desenvolvimento ocasional.

Considerado a "alma" de Auroville, o Monumento-Mãe representou o compromisso e dedicação da parte de Roger Anger durante 30 dos 37 anos que a obra levaria para ser concluída. Com o seu estúdio em Paris, sua residência habitual, a sua entrega ao projeto Auroville fê-lo deslocar-se inúmeras vezes a Pondicherry, ainda meses antes da sua morte, na companhia de Jacqueline Lacoste, Pierre Fourquez e Jean Pougault. Estes arquitetos visitaram a obra para executarem testes ao tratamento de luz sobre as fachadas exterior e interior do globo de discos de ouro. A pele interior do monumento foi alvo de grande desafio em termos da expressão e intensidade de luz sobre os materiais que compõem esse espaço, manifestamente o mármore branco, que simboliza pureza, sobre o qual um rosa dourado deveria evocar o amanhecer, uma vez que este monumento representa o renascer de uma nova consciência nesta "Cidade do Amanhecer". O arquiteto levou vários anos em experimentações, até encontrar a solução final para este complexo jogo de cores e materiais.

Iniciada em 1971, a construção do mais complexo edifício de Auroville - a última realização de Roger Anger - ( uma obra simultaneamente artística e artesanal, 'hand-made', em que os seus artesãos foram os próprios residentes de Auroville), levou, como acima dito, 37 anos a ser concluída. Roger planeava estar em Auroville em Janeiro de 2008, por altura dos preparativos para a inauguração do monumento. Contudo, faleceu uns meses antes, com 84 anos.



Fig. 216: Construção Interior do Matrimandir



### III. 2.2. Matrimandir

Um monumento com variadíssimos simbolismos mas apenas um significado - "A Alma de Auroville", Matrimandir, "O Templo-Mãe", literalmente traduzido: "Matri"(Mãe) e "Mandir" (Templo), que foi nomeado por The Mother, colaboradora espiritual de Sri Aurobindo, mas não se referindo a ela própria: "*Mother, but not this one (pointing to herself), The Mother Life, Life of the Universe*".<sup>8</sup> Matrimandir, "A Alma de Auroville", está representado como o centro de Auroville, num eixo direccionado para o Ashram Sri Aurobindo, em Pondicherry, e a Banyan Tree, o verdadeiro ponto central de toda a geometria do desenho da cidade.

Matrimandir, antes de simbolizar o que simboliza, antes de ser o que é, fora criado conceptualmente pela sua "Mãe". Resultou num espaço aberto, adornado de jardins e espelho de água, com um desenho piramidal complexo, um edifício brotado da flor de Lótus, até que, em 1970, a Mãe, Mirra Alfassa, fez uma descrição mais precisa do que seria este espaço transcendental, na qual salientou todos os momentos de deambulação, contemplação e concentração espacial. E por fim, em 1971, o desenho de Roger era então aprovado pela exigente cliente - "Partindo da raiz, irradia um símbolo de todas as manifestações, a intersecção de todas as intersecções, uma destemida ilha de ouro sobre mármore branco, uma esfera dourada emergindo desde a terra, símbolo do nascimento de uma nova consciência..."<sup>9</sup>

Representação do símbolo de aspiração à perfeição divina na terra, a forma deste monumento baseia-se numa "esfera" achatada - adornada de discos compostos por



Fig. 217: Matrimandir e Banya tree, Parque da Paz em Auroville

<sup>8</sup> Pág 7-8, Mirra Alfassa in *Matrimandir and the park of unity*, Ireno Guerri.

<sup>9</sup> Pág 9, Roger Anger in *Matrimandir and the park of unity*, Ireno Guerri.

pequenos mosaicos de bronze e ouro - com um diâmetro de 36 metros e uma altura de 29 metros, parcialmente afundada e elevada desde o subterrâneo, assente em 4 pilares de betão armado, que dão acesso ao seu interior através de escadas – distribuídos pelos quatro eixos (Norte , Sul, Nascente e Poente), com oito rampas entre eles, que conduzem ao nível inferior da esfera, originando 12 pétalas, símbolos de prosperidade do caminho da evolução. No nível inferior perpetua-se uma cascata em forma de pétalas em mármore branco até ao seu centro, uma pequena bola de cristal, onde incide um raio de luz solar proveniente do centro da esfera de discos de ouro.

É Aditi, uma flor branca que representa a Consciência Divina. Os 4 eixos de acesso ao interior da esfera representam as 4 características da Divindade: Sabedoria, Harmonia, Força e Perfeição. No interior das 12 pétalas existem 12 salas de meditação em que cada cor é atribuída de acordo com cada flor, que simboliza uma virtude: Sinceridade, Humildade, Gratidão, Perseverança, Aspiração, Receptividade, Progresso, Coragem, Bondade, Generosidade, Igualdade e Paz. Os 12 jardins que dão continuidade às pétalas representam os 12 poderes: Existência, Consciência, Aventurança, Luz, Vida, Poder, Salubridade, Benevolência, Progresso, Juventude,

Abertas desde o centro da cratera de onde floresce a esfera, estas pétalas remanescem para transmitir a receptividade da emissão de luz, que penetra a esfera de ouro desde o Sol até ao interior da Terra. No interior da esfera, imediatamente após o acesso desde os seus pilares de sustentação, uma entrada de luz natural através de vidro translúcido no chão, em redor de um eixo deambulante, permite visualizar o nível inferior, onde a água da cascata sobre as pétalas de mármore branco converge, fluindo para o centro. Neste círculo deambulante, os visitantes são convidados a calçarem meias brancas e a prosseguirem para o interior, por escadas circulares em torno do eixo central. Estas conduzem a um espaço mais amplo, o interior de um



Fig. 218: Mandala by The Mother



Fig. 219: Trabalhos de jardinagem, Parque da Paz

domo geodésico, sem entradas de luz, com duas rampas circulares e os 4 eixos, os pilares de sustentação de toda a estrutura que, por sua vez, sustentam um dodecaedro em betão armado dentro de um amplo espaço, o “Inner Chamber”.



Fig. 220: Secção representativa do Matrimandir

A “Câmara Interior”, no hemisfério superior da estrutura, é o interior do interior da esfera, o coração de Matrimandir, alcançado pelas duas rampas elípticas, com pavimento revestido a mármore branco e as laterais translúcidas, com cerca de 6 metros em torno do espaço intermédio em forma de domo. As suas superfícies em branco, com 12 colunas que não alcançam o teto, separam o deambulatório do espaço central divino, intocável, onde repousa uma bola de cristal com 70 centímetros de diâmetro, criada pela empresa alemã Schott und Zeiss, até àquela data a maior bola de vidro alguma vez fabricada. Um helióstato, dispositivo de captação solar, foi fixado no topo da esfera, para projetar um único raio de luz que incide sobre a bola de cristal e dá continuidade através de uma lente até ao espaço inferior da esfera. Aí, a cascata de pétalas de mármore afunila numa outra bola de cristal, esta bem mais pequena, onde o raio de sol penetra o interior da terra.

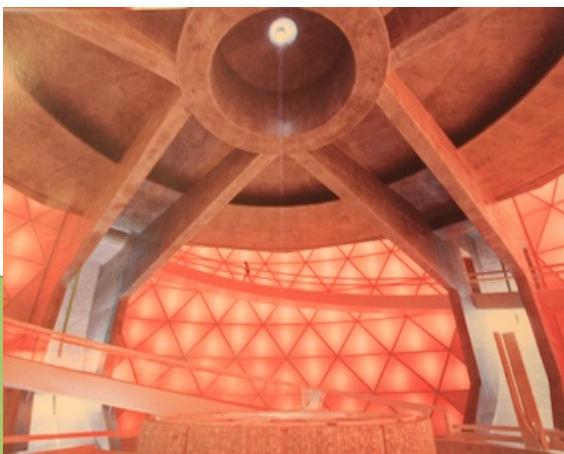


Fig. 221: Interior de Matrimandir



Fig. 222: Interior de Inner Chamber



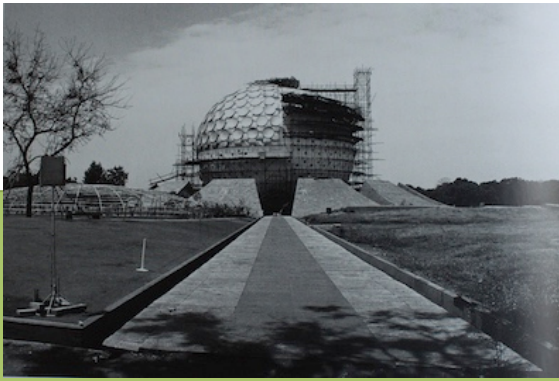


Fig. 223: Matrimandir, finais dos anos 90



Fig. 224: Trabalhos de jardinagem

O edifício-esfera, que acaba por resultar como proteção e um espaço de transição para câmara interior, coberto pelos seus discos dourados, contém uma segunda pele, executada com painéis circulares de fibrocimento, com os interiores com 120 centímetros de diâmetro e os exteriores com 230 centímetros, revestidos de pequenos mosaicos de 4x4cm de bronze, com uma fina película de ouro e fibra de vidro, inseridos à mão, um por um. Esta foi a solução mais durável encontrada para a fácil manutenção e substituição, caso necessário.

Durante a construção de Matrimandir foram inúmeras as dificuldades enfrentadas: o clima, a mão-de-obra, o recurso a tecnologias no próprio local, os fundos, etc. Contudo, o trabalho nunca parou. A grande dificuldade técnica foi a construção das fundações e de pilares que suportassem tal edifício. É, de fato, extraordinário que tal estrutura complexa possa ter sido construída com os reduzidos equipamentos tecnológicos e peritos disponíveis. Neste contexto, o engenheiro aurovilliano Piero Cicionesi teve um papel importantíssimo durante os 37 anos de execução da obra.



Fig. 225: Espaço inferior do Matrimandir – lotus flower



Fig. 226: Cascata de mármore



Relatos de um residente e trabalhador na obra durante 5 anos, revelaram que vários testes e amostras tiveram de ser enviados para laboratórios em Nova Deli, para testar a homogeneidade do cimento das fundações devido à falta de recursos nesta zona.

Embora a sua tradução direta do sânscrito seja "templo-mãe", Matrimandir não é um templo, mas sim um monumento. Os templos estão ligados a uma religião, hinduísta ou budista. Este "lugar" além de todas as suas representações simbólicas, espirituais e fatuais, é um espaço destinado à concentração pessoal. Mother explicou, no momento da sua concepção, que Matrimandir seria um lugar onde cada um pudesse experienciar o seu momento de concentração, uma tomada de consciência do ser que cada um transporta; uma recepção a Auroville, um lugar onde o indivíduo se pudesse colocar em contato com ele próprio através da experiência espacial. O percurso, através do seu movimento deambulante circulatório no interior do globo, é feito cuidadosamente em silêncio, desde a entrada do parque. Tal como já referido, os visitantes devem calçar meias brancas, (que lhes são facultadas no 1º nível do interior do globo), e continuar o seu trajeto até alcançarem o "Inner Chamber" (Camara Interior) onde a viagem interior de cada pessoa começa e dura 20 minutos, em silêncio absoluto, num espaço com uma conexão transcendental, onde reina o branco puro iluminado por um feixe de luz, que rompe a bola de cristal no centro do espaço, no centro da esfera. Este espaço é circular com 12 colunas delimitando a área recorável. Uma alcatifa branca e suave cobre todo o chão e em redor das 12 colunas estão posicionadas almofadas brancas que oferecem 84 lugares para visitantes. *"Para os que desejam continuar um trabalho de concentração do seu ser e seguir o trabalho da meditação, serão disponibilizadas 12 salas no interior das 12 pétalas que brotam em redor do Matrimandir. Aqui cada um poderá trabalhar o tempo que for necessário para a sua consciência divina..."* explicava Mother nas suas conversas com Roger Anger, enquanto esboçavam o monumento em meados de 1965.



Fig. 227: As doze "pétalas" em redor de Matrimandir

As doze pétalas em redor do globo de ouro são doze salas de meditação, com 12 flores atribuídas a cada uma, e doze virtudes: Sinceridade, Humildade, Gratidão, Perseverança, Aspiração, Receptividade, Progresso, Coragem, Bondade, Generosidade, Igualdade e Paz. A cada uma destas doze características é atribuído um símbolo e uma cor. O centro das doze pétalas é o centro da união, da divindade, representado fisicamente pelo interior do globo, onde o branco simboliza a pureza divina. O globo é suportado por quatro pilares, os quatro acessos ao interior, simbolizando as 4 direções e os 4 aspetos da vida transcendental: Harmonia, Força, Sabedoria e Perfeição. Em torno do monumento e das suas doze salas de meditação, doze jardins representam o poder vibracional da manifestação terrestre: Existência, Consciência, Bênção, Luz, Natureza, Poder, Riqueza, Utilidade, Progresso, Juventude, Harmonia e Perfeição.

Todo este complexo de representações é designado por "Área da Paz" ou "Zona do Silêncio". Uma vez dentro, a experiência é vivida com sentidos abertos ao mais ínfimo som da natureza envolvente. Este Parque é o centro de toda Auroville, abriga o Matrimandir, o anfiteatro onde estão posicionadas a "Urna do Unidade Humana", com 124 porções de terra provenientes de todo o mundo, e a Banyan Tree, a árvore mais abençoada de todo o planeta, que atuou como ponto de partida para toda a geometria projetada e executada.

À representação simbólica de Matrimandir é atribuído o símbolo de Auroville, uma mandala desenhada por Mother. (Figura IV23)



Fig. 228: Mandala de Auroville

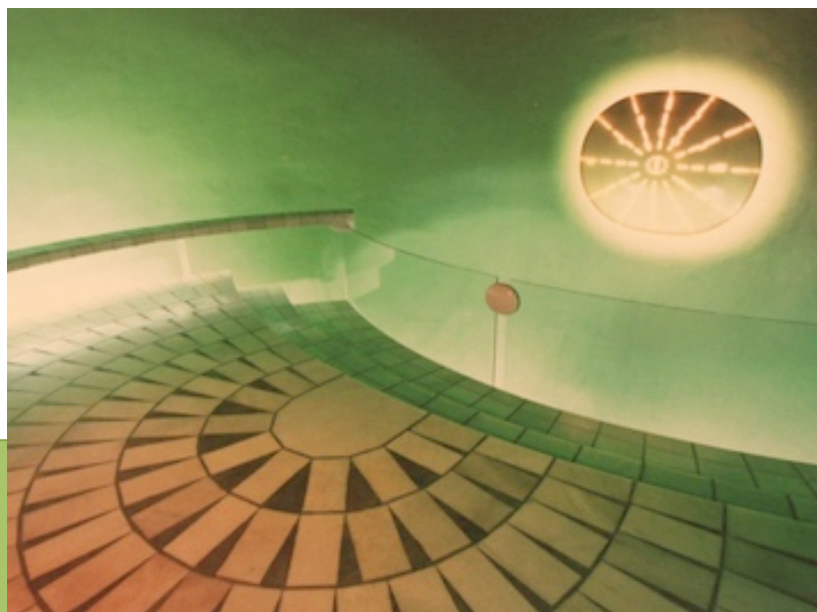


Fig. 229: Interior da pétala sala de meditação

## V. 2.3. A comunidade Auroville

*“Greetings from Auroville to all men of goodwill. Are invited to Auroville all those who thirst for progress and aspire to a higher and truer life.”<sup>10</sup>*

Auroville é uma comunidade internacional que vive com base na mesma filosofia e com um fim: o de encontrar a harmonia e a divindade transcendental. Rege-se com base em conceitos como o Yoga Integral e o Ser Psíquico. É uma busca incessante da cura da mente, da dissociação entre o corpo e a mente. Com o fim de alcançar uma consciência divina entre humanos, esta comunidade não está associada a nenhuma religião, nacionalidade ou estatuto. Todos devem ser iguais cidadãos do mundo e do espaço, e todos os aurovillianos devem trabalhar num contexto comunitário. O título de "aurovilliano" não se compra, a ele não se concorre, é ganho com presença, trabalho e devoção. Aurovillianos residentes são, hoje, 2700, mas ser aurovilliano tem um significado mais profundo do que simplesmente o de ser residente com um visto. Ser "aurovillian" está no coração e na mente. Auroville passa a ser representada não só fisicamente pelos que nela habitam, mas por todos os que se sentem parte de Auroville, habitando o espaço com a mente. É um espaço mental representado por símbolos, em que Matrimandir é o maior e mais cativante símbolo de Auroville.

A comunidade "Auroville" existia já antes da sua materialização num espaço físico. Muitos são os que, desde sempre, viajam à Índia com uma intenção de cura ou aprendizagem através de doutrinas filosóficas espirituais. Ainda que a ocupação britânica tenha durado 200 anos, a sociedade indiana manteve-se sempre fiel à sua cultura e doutrinas espirituais, fosse através da religião ou da devoção imaterial. O Yoga é uma prática que trabalha o corpo através do poder da mente, e é aplicado como uma ferramenta para alcançar um estado de concentração mental e um equilíbrio de forças entre o corpo e a mente, o físico e o psicológico. Neste contexto, o trabalho de Sri Aurobindo foi divulgado e alargado para o exterior do Ashram, chegando à Europa e Américas. Já nas décadas de 50 e 60, franceses e alemães chegavam a Pondicherry para estudarem e seguirem a doutrina de Sri Aurobindo, adoptada por The Mother num trabalho literário em conjunto. O Ashram tornava-se não só uma escola como também uma residência temporária para estes estrangeiros.

---

<sup>10</sup> THE MOTHER , Fonte: [www.auroville.org](http://www.auroville.org)

A cidade de Pondicherry era, em toda a Índia, um lugar muito agradável para viver, o que atraía mais pessoas a lá permanecerem, tendo-se, por isso, o Ashram alargado para diferentes edifícios da zona da Colónia Francesa - "White Town" ou "French Colony". Jovens aventureiros, missionários ou curiosos, na sua maioria estrangeiros, juntamente com os que ali viviam e faziam já parte do Ashram, chegaram a Pondicherry para construírem Auroville. Os trabalhos tiveram início em 1966, ano em que começaram as escavações para o anfiteatro, em torno do lugar que hoje é o grande marco da comunidade - o Matrimandir. Pessoas de todo o mundo vieram pôr as suas mãos na terra e começaram a trabalhar um campo desertificado. Sem estradas, nem canais, nem cultivos ou florestas, o terreno destinado a Auroville era um deserto de terra vermelha.

Na época das monções, a terra desertificada tornava-se num dilúvio de lama até ao mar. A primeira prioridade dos novos residentes foi criar represas e barragens para controlarem o escoamento das águas das monções e o plantio de árvores.

Hoje, Auroville, quando avistada do céu, é um manto verde em que quase não se vêem casas ou estradas... O seu desenvolvimento decorreu de forma muito orgânica, conforme novas associações e projetos se foram adaptando no espaço, e consoante



Fig. 230: Auroville no início dos anos 70



Fig. 231: Auroville nos dias de hoje



as circunstâncias do que era oportuno e necessário. Vieram pessoas com variados conhecimentos - engenheiros, arquitetos, cientistas, jardineiros, artistas, etc. Pessoas com uma ambição consciente de quererem marcar uma diferença e evidenciar que é possível outra forma de desenvolvimento mais saudável quando se trabalha em conjunto em prol de todos. Organizaram-se em 'comités' e associações, em diversas áreas de intervenção, desenvolvendo novos projetos para a integração da comunidade nas sociedades dos séculos XX e XXI.

Foram desenvolvidos inúmeros projetos na área da saúde, ambiente, desenvolvimento sócio cultural, cidadania, educação, formação ecológica e sustentável.

A área total de produção agrícola em Auroville cobre 54,6 hectares. A comunidade é autossuficiente em água e produz 50% de todas as frutas e verduras que consome. Associadas à produção agrícola, algumas instituições produzem e fornecem comida à comunidade. A PTDC - Pour Tout Distribution Centre, fundada em 1974, foi uma das primeiras instituições que forneceram alimentos unicamente através de fundos e trabalho comunitário, vindo mais tarde, a providenciar comida embalada em formato de supermercado. A Solar Kitchen - Cozinha Solar é, hoje em dia, a instituição que elabora maior quantidade de comida, operando unicamente nos pequenos-almoços e almoços, pois funciona apenas com energia solar. Produz cerca de 2000 refeições e adubos orgânicos com os restos dos alimentos.

Auroville tornou-se uma referência importante para as comunidades dentro da sua bio-



Fig. 232: Last school 1, 1972

região e na Índia como um todo. Colabora com comunidades locais em projetos como a promoção de habilitações para mulheres rurais, formando-as em diversas áreas como produções de chás, de algodão, agricultura, de cereais, costura e artesanato; educação infantil e educação ambiental; distribuição de comida; facilidades para atividades desportivas; abertura às artes; programas de voluntariado. Auroville e seus residentes apostam sobretudo na educação, não apenas na educação estudantil, mas na educação social e comunitária, com base na sustentabilidade.

*“Education is the main way to change society “<sup>11</sup>*

Assim, Auroville é um campo aberto à educação gratuita. Tem 16 institutos de ensino, vários centros de investigação e outros tantos centros culturais para as artes, e centros de desenvolvimento rural para as comunidades locais. Aos residentes aurovillianos é concedido um visto exclusivo. Quem quer fazer parte de Auroville tem dois anos de prestação de serviços à comunidade, em que deve enquadrar um ou mais projetos e fazer parte da equipa de manutenção. Durante estes dois anos iniciais, o recém-aurovilliano detém um visto de 1 ano, renovável por mais 1 ano. Ao fim de 2 anos de serviço, o novo aurovilliano é admitido na comunidade e, após sair da Índia, solicita o visto Auroville por dois anos. Após estes 2 anos o seu visto passa a ser renovável a cada 5 anos. É um visto exclusivo, autorizado pelo Governo da Índia, uma vez que Auroville é uma comunidade internacional, sem nacionalidade própria.

*“Para aqueles que estão satisfeitos com o mundo do jeito que ele é, obviamente Auroville não tem razão para existir”<sup>12</sup>*



Fig. 233: Last school 2, 2017

<sup>11</sup> Auroville Today newspaper, n.302, Setembro 2014

<sup>12</sup> Fonte: <https://carreiradearquitecto.com/2017/20/auroville-uma-cidade-onde-e-possivel-viver-sem-dinheiro/>

#### IV. 2.4. Planeamento e desenvolvimento da cidade

A criadora de Auroville falece em 1973 e, nos anos seguintes, Auroville enfrenta alguns problemas e levanta inúmeras questões, devido à ausência de uma fonte organizadora e decisora. Em 1988, é fundada a Auroville Foundation Act, onde todos os residentes e vários doadores fazem parte de um 'comité', um grupo de investigadores e decisores da evolução do projeto, com base no original, de Roger Anger, que aspirava a um desenvolvimento residencial e urbanístico conciso e uniforme. Contudo, não foi bem sucedido devido à divisão unânime entre os que queriam seguir o plano original e os que queriam favorecer um crescimento mais orgânico e ecológico.

Em 1991, um grupo estabelece-se em Auroville para preparar o Auroville Development Plan, na tentativa de criar um plano estratégico de desenvolvimento ecológico e tecnológico, de forma a unificar todas as intenções dos que ali residem e desenvolvem os seus projetos, quando já nesta altura fazem parte do contexto de Auroville vários formas biológicas de produção.

Contudo, em termos construtivos, Auroville estava a expandir-se conforme cada um ia ocupando terreno e contribuía para a atividade de produção, tendo sempre em mente a ideia de que os terrenos fariam parte de "uma Auroville" e nunca seriam privados. Alguns residentes e não residentes conseguiram, contudo, a oportunidade de comprarem áreas de terreno e de aí construir as suas casas. Face a este problema, em 1994, a Assembleia de Residentes e o Quadro de Delegados aprovou um Master Plan onde estava contemplado um mínimo necessário de residências e albergues, bem como de zonas comerciais e de serviços. A zona administrativa estava traçada, bem como a maior parte das estradas e ligações pedestres. Ainda assim

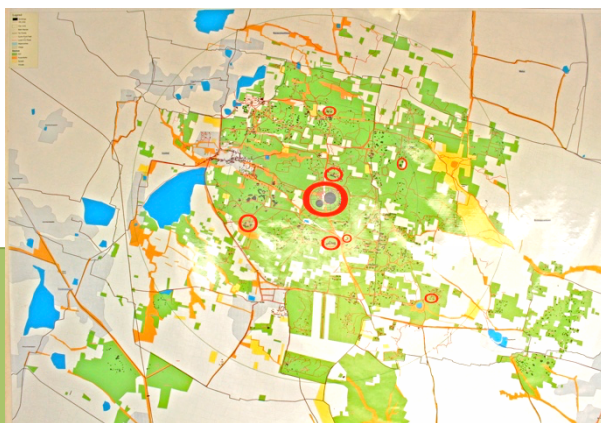


Fig. 234: Atual plano urbanístico, Auroville



Fig. 335: Master Plan de 1966



existia polaridade entre residentes e especialistas- havia os que queriam seguir um plano urbanístico e de rápido desenvolvimento (permitindo a um maior número de residentes entrar na comunidade, e assim mais trabalhadores e mais fundos financeiros), e os que visionavam o complexo em detrimento de uma evolução orgânica, a um ritmo mais natural e menos acelerado.

Enquanto que o desenvolvimento orgânico lidera na transformação da comunidade e da produção, o desenvolvimento urbanístico estagnou, mantendo os residentes a sua pesquisa aplicada a formas alternativas de planeamento.

A cidade de Auroville contemporânea conta com o seu Departamento de Planeamento e Desenvolvimento, a Associação L'Avenir d'Auroville e o Architects Committee of Auroville. Interessante é o fato de que esta cidade nunca foi governada por uma única pessoa, nunca teve um presidente, um coordenador, um chefe ou dirigente. Cada um dos seus diferentes departamentos é orientado por um grupo de pessoas e todas as decisões devem ser tomadas de acordo com a filosofia reconhecida desde o início da sua criação. As palavras de Mother foram, ao longo dos anos, sempre consideradas como linhas-guia de um desenvolvimento ou de um percurso a seguir, mais comunitário e espiritual. No entanto, a sua evolução pode ser realizada de diversas formas, pondo em causa o plano original desenhado por Roger Anger e levantando, entre outras, questões económicas, logísticas, urbanísticas e ambientais.

O plano urbanístico de Auroville, apresentado oficialmente em 1966, abrange quatro zonas distintas, que circundam o centro da cidade, estabelecido pelo complexo de jardins que envolvem o Monumento-Mãe. Assim, a cidade pode dividir-se nas áreas específicas já referidas: a da Paz, a Industrial, a Residencial, a Internacional e a Cultural. (Figura 235)

A Área da Paz localiza-se no centro da cidade: compreende o maravilhoso monumento Matrimandir, com os seus jardins, o anfiteatro e o lago, que confere ao



Fig. 236: SAIER, Departamento de Urbanismo



Fig. 237: City Hall - edifício administrativo



local, uma atmosfera de calma e serenidade, além de também servir para irrigar toda a área. A Área Industrial, com cerca de 100 hectares, fica mais afastada, ao norte da Área da Paz. A Indústria Verde (agricultura e florestação) é um dos pilares dos esforços de Auroville para se tornar uma cidade autossustentável. Variados artigos são elaborados e produzidos nesta área da "Indústria Verde": incensos, objetos de uso diário na Índia; algodão e têxteis; couro e peles; manufatura de produtos de Bambu; indústria musical; mobiliário; chás; sementes e substâncias comestíveis; cosmética e produtos de higiene; etc.

A Área Residencial, a maior de todas, que se estende entre o Norte e o Sul da cidade, com cerca de 200 hectares cercados por parques, engloba residências permanentes e temporárias, bem como albergues. Esta área tem crescido de forma dispersa, num contexto de desenvolvimento orgânico e ajustável.

A Área Internacional, na zona a Oeste, abriga os pavilhões culturais, agrupados por continentes, onde pessoas dos diversos pontos do globo podem expor trabalhos e modos de expressão característicos de cada lugar. Esta área está em constante desenvolvimento, à luz dum plano elaborado, mais preciso. Parte desta área já está construída: Inclui o Pavilhão da Índia, o primeiro a ser edificado, ainda nos anos 80, o Pavilhão Americano ou Casa Americana, o Pavilhão Tibetano e o Pavilhão África.



Fig. 238: Pavilhão Americano



Fig. 239: Edifício de residência coletiva

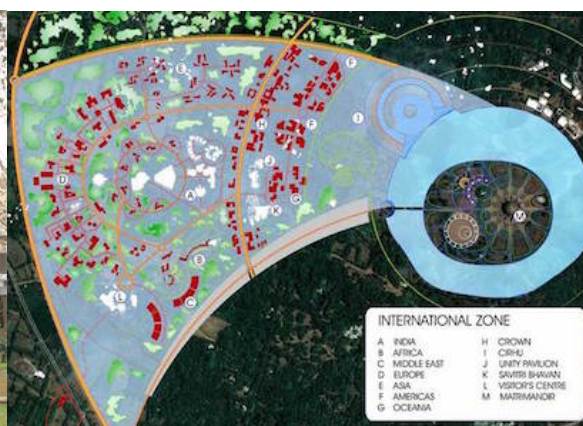


Fig. 240: Área residencial

A Área Cultural, situada a Este, foi pensada para se tornar um local para realização de pesquisas na área da educação e expressões artísticas. Inclui já uma série de Pavilhões e espaços de exibição, que são o Pavilhão Savitri Bhavan, o Pavilhão Sri Aurobindo, o Centro Cultural Mohanam, a comunidade artística Sweadam, etc.

Presentemente, Auroville abarca estas áreas de forma natural - os pavilhões e espaços vão surgindo de necessidades contemporâneas, de acordo com a gestão urbanística e os seus utilizadores.

Auroville pertence à comunidade - está registada como propriedade do Ashram Sri Aurobindo, mas não tem em seu poder a totalidade da sua ocupação, dando lugar a vários "pequenos negócios", que se têm apropriado dos arredores da cidade, transformando o comércio local em comércio para turismo. A especulação derivada da posse de propriedade aumenta com a oportunidade de retirar lucro com a existência da cidade. Verifica-se já que esta propagação do oportunismo tende a seguir outra linha, num total estilo "indianizado", onde reina a ocupação de ocasião, um tipo de construção convencional, sem regulamentação, sem orientação, sem uma diretriz, afinal, ironicamente, sem qualquer relação com Auroville.

*"Perhaps Auroville is the exemplar of rationalist urban design thought (in India) which has no formal debt to Le Corbusier."*<sup>13</sup>

Hoje em dia, Auroville, cidade de apenas 2700 habitantes, a que acresce um largo número de visitantes e de trabalhadores locais que residem nas redondezas, é largamente reconhecida pelo seu sucesso em reflorestação e pela aplicação de tecnologias sustentáveis de construção. Enquanto que nas duas últimas décadas a



Fig. 241: Centre for Research in Indian Culture

<sup>13</sup> Jon Lang, p119, *Roger Anger, research on beauty, architecture 1953-2008*

área da arquitetura evoluiu de forma sustentável e a baixo custo, as formas de expressão arquitetônica são hoje menos apelativas comparativamente com as das décadas de 70 e 80, que evidenciavam a arquitetura de Roger Anger e dos seus seguidores modernistas. Anger, baseando-se num desenho com a visão educacional da Mother em sua arquitetura, construiu quatro escolas, cada uma um ícone que, simultaneamente, providencia um laboratório de educação experimental e uma arquitetura como objeto escultórico.

Realizadas por um arquiteto escultor, as obras de Anger denotam um cuidado sublime com o tratamento de luz nos interiores dos seus edifícios em Auroville: desde o perfeito raio de luz golpeando verticalmente a grande bola de cristal no interior da "Alma de Auroville"; aos rasgos de luz horizontais das duas pirâmides que sustentavam a "After School 2" (Figura IV. 38 ); ao sistema genial de peças modulares, afuniladas, que providenciam uma luz constante e difusa, bem como a sombra necessária para proteção solar da "No School"; ou às fendas de luz laterais desenhadas em harmonia com a natureza envolvente, combinadas com as abóbadas de luz sobre o pátio interior da "After School 1". Estes eram conceitos que faziam parte do design criativo de Roger, criando soluções de luz natural dentro dos edifícios, de forma a manter a temperatura agradável e, por serem de tal forma genuínos, constituem-se como verdadeiras obras de inspiração para arquitetos e designers.

A arquitetura deste lugar, bem como o seu traçado urbanístico, ganhou novas características, mais orgânicas e sustentáveis. Os edifícios projetados nas décadas anteriores a 1990 destacam-se, com grande evidência, dos edifícios recentes, já do novo milênio. No entanto, aqueles eram ainda edifícios modernistas, em que o uso do betão era viável na exploração da plasticidade das formas.

Bharat Nivas- Pavilhão da Índia, ou Centro Cultural Indiano, o primeiro pavilhão a integrar a Área Cultural, que foi delineado pela Mãe (*"it was meant to serve in the*



Fig. 242: Last school 1, 1971



Fig. 243: After school, 1969



*experiment of Auroville*"), seria um lugar que deveria traduzir a cultura indiana de forma contemporânea e conceptual, para "redescobrir a alma da cultura da Índia em tempos modernos", tanto através da arquitetura como da forma de viver o espaço, na sua relação interior-exterior, refletindo a natureza do estilo de vida dos indianos. O projeto deste pavilhão foi levado a concurso com o requisito de que deveria acarretar a essência da Índia na sua arquitetura, mas sem ser uma imitação das influências do passado, antes uma obra renovada, de formas dinâmicas igualmente aclimatada a Auroville.

A obra escolhida em concurso, em Abril de 1971, e que foi selecionada pela Mother, foi um projeto do arquiteto Sri Chakrapani, oriundo da cidade de Chennai, Tamil Nadu. A construção começou em Agosto do mesmo ano, através de fundos recebidos do Governo da Índia e de outros estados nacionais.

O campo do Pavilhão Bharat Nivas - do hindi, Bharat significa "Índia", Nivas significa "casa" ou "pavilhão" - tem sido, desde a sua abertura, um centro dinâmico e ativo onde se localiza um dos postos de correios, a biblioteca principal de Auroville, o arquivo Auroville, o Centro de Estudos Indianos, um auditório, o escritório do 'comité' dos trabalhadores, entre outros serviços da comunidade associados à municipalidade.

Este grupo de edifícios ecléticos, formando um complexo arquitetónico e paisagístico, acolhe vários centros culturais de estudo e investigação, dos quais fazem parte o Centre for Research in Indian Culture (Figura IV. 40), o Tamil Heritage Centre, o Sri Aurobindo Human Unity Centre e o Centro de Artes Kala Kendra (Figura IV. 39).

A comunidade tem procurado, desde o início, o aproveitamento dos seus recursos naturais do modo mais consciente e atento, na utilização de fontes energéticas como luz solar, energia eólica e biogás. Inclui também um sistema de recolha de lixo, na tentativa de fazer uma seleção de orgânicos e inorgânicos, sendo exemplo de integração entre o processo de produção de alimentos e o crescimento da malha



Fig. 244: Kala Kendra Art Centre



Fig. 245: Centre for Research in Indian Culture



urbana. A Cidade-Projeto tem enfrentado questões quanto aos resultados com impacto ambiental nas áreas da construção e mobilidade. A facilidade de deslocação é ainda limitada e entre as poucas alternativas existentes, os veículos a motor atingem um número superior ao esperado.

Auroville não deixa de ser um ícone irrepetível, associada a fontes inovadoras e experimentais, em busca da perfeição. Auroville tornou-se aquilo a que aspirava conceptualmente - um laboratório vivo e dinâmico que seduz jovens profissionais e estudantes a fazerem parte desta Cidade-Projeto universal.

#### IV. 2.5. Projetos e progresso de Auroville

O sucesso de Auroville é atribuído especialmente ao funcionamento de Matrimandir, e essa foi a razão da tamanha relevância conferida à existência deste monumento como símbolo de união. O "Templo-Mãe" é um veículo de aproximação das pessoas ao interior da comunidade. Não existe uma tarifa, pois Matrimandir é a porta de entrada para uma filosofia de vida em que não se atribui importância ao dinheiro. Contudo, o funcionamento e manutenção do Matrimandir custam quase 30% das despesas totais anuais da comunidade.

Ao relatar os projetos e atividades, convém abordar Auroville a partir de duas perspectivas: a primeira é Auroville para os seus residentes (e, claro, se assim não fosse, não teria razão de ser); a segunda é a de uma Auroville para visitantes, sem os

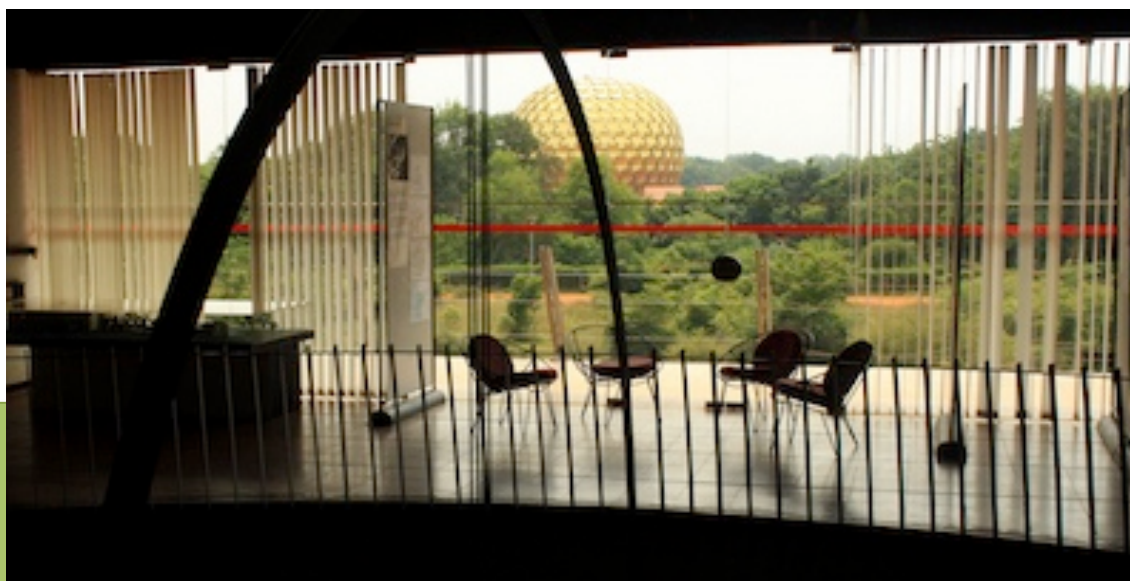


Fig. 246: Vista do Matrimandir no City Hall, Auroville

quais a cidade enfrentaria muitas dificuldades e poria em risco a sua existência. Ambas as realidades são intrinsecamente interdependentes, mas oferecem serviços distintos.

Todos os dias chegam a Auroville pessoas de todo o mundo com os mais diversos interesses: seja simplesmente para visitarem e experienciarem Matrimandir, seja para seguirem o caminho espiritual de Sri Aurobindo, para aprenderem terapias e práticas naturais, seja por motivos de estudos e investigação em áreas como sustentabilidade, arquitetura, construção, engenharias, energias renováveis, paisagismo, biologia, engenharia florestal, medicinas naturais, ciência e tecnologia, educação ou permacultura. Auroville oferece todos estes tipos de conhecimento em atividades abertas, visitas, 'workshops' e voluntariado.

Para os visitantes, o ponto de partida começa no Visitor Center, uma área de recepção onde eles podem ser introduzidos a toda a história através da exposição permanente, que exibe imagens da construção, maquetas do Monumento-Mãe, vídeos de introdução e uma sala reservada ao trabalho da Mother e de Sri Aurobindo. Dispõe também de pequenos espaços comerciais com artigos produzidos em Auroville, cafetarias, livraria, aluguer de bicicletas, posto de suporte para o alojamento local e disponibilização de transporte de passageiros entre o Visitor Centre e Mantrimandir.

Aos visitantes são facultadas visitas a todos os institutos e pavilhões. Faz parte da existência de Auroville a transparência em todos os aspetos, na troca de conhecimentos, na industrialização e comercialização dos seus produtos, na produção dos alimentos e até mesmo na economia e na gestão da comunidade.



Fig. 247: Radio and Media station em 1970, hoje abriga o pavilhão África

No coração desta existe uma ética de serviço, que emerge da localização desta comuna numa das regiões mais pobres do mundo, gerando um potente conjunto de valores partilhados pelos habitantes, que fazem de Auroville um poderoso símbolo de esperança e unidade, o que lhe providencia uma corrente continua de voluntários, doadores e agências de cooperação. São estes os meios que ajudam a manter uma economia comunitária com cerca de 125 empreendimentos ativo, que são propriedade do coletivo. Isto significa que fazem parte da economia ativa da comunidade, que comparticipa com 30% dos lucros produzidos, os quais são encaminhados para a gestão financeira de Auroville. Tais empreendimentos incluem 'guest houses' e alojamentos locais para visitantes e voluntários, produção de artigos, artesanato, comércio, computadores e outras tecnologias, alimentos orgânicos, produção de energia, centros de reabilitação física e tratamentos alternativos.

Os aurovilianos estão envolvidos numa extensa variedade de atividades, que incluem pesquisa de regeneração ambiental, agricultura biológica, energias renováveis, construção com tecnologias apropriadas, desenvolvimento comunitário e rural, artesanato e pequenas produções, indústria e comércio, saúde e medicinas naturais, botânica e biodiversidade, educação, cultura, e desporto, entre muitas outras.

O Parque Botânico público funciona também como um centro de investigação onde está depositado um banco de sementes, com uma ampla coleção de variedades de árvores, plantas, flores e verduras. É um dos seus grandes êxitos, tendo sido registados, em 2006, mais de 2 milhões de árvores plantadas no espaço Auroville, recuperando os ecossistemas locais. A água tem enorme importância na gestão do ambiente, no tratamento de águas residuais e pluviais e no reabastecimento, de tão grande valor num país onde este precioso líquido escasseia na época seca de Verão.

Auroville possui hoje a maior concentração de sistemas de energia alternativa e apropriada da Índia. Trabalhando em parceria com diversas agências, exportou as



Fig. 248: Estrada em Auroville.



Fig. 249: Estrada de Auroville, subúrbios.



tecnologias ali desenvolvidas para comunidades de todo o subcontinente, incluindo 8.700 kits de iluminação doméstica e 550 motores de água solares para povoações no norte da Índia. No ano 2003, Auroville ganhou o prémio Ashden de Energia Sustentável, relativo a dois dos seus mais eminentes projetos de reflorestação e de energias renováveis. O seu Centro de Pesquisa Científica é reconhecido como um centro de excelência na Índia e em toda a Ásia.

O sonho de construir uma cidade dedicada a um futuro divino, promovendo a investigação e experimentação, conjuntamente com o desenvolvimento integral da cidade, tem atraído arquitetos e estudantes de todo o mundo desde a concepção desta "cidade ideal". A intenção de Auroville, descrita num dos 4 *capítulos* por Mother "*a site of material and spiritual research*", tem sido a base de projetos pioneiros de uma ampla variedade de matérias, bem como de uma riquíssima diversidade de projetos experimentais, através de variadas formas, materiais, técnicas e tecnologias. No que toca à construção, Auroville tornou-se a casa de mais de 20 ateliers de arquitetura, com mais de 60 arquitetos provenientes de várias regiões da Índia e do mundo. Conscientes de uma prática autónoma e leal entre colegas, e de um estilo internacional aurovilliano, praticam a profissão em conformidade com os princípios estabelecidos pela associação L'Avenir de Auroville e o Architects Comité of Auroville, localizados no edifício municipal, o Town Hall, de acordo com o plano urbanístico delineado.

O grupo de arquitetos de L'Avenir determinou um plano para alojamento de baixo custo em 2014, que permitia criar projetos-experiência com materiais naturais e usos alternativos. Nesta altura foi construída a International House, com técnicas de construção inovadoras e funcionais e materiais naturais e reciclados, a qual alberga até 30 visitantes ou voluntários.



Fig. 250 e 251: Visitor Centre, 2016



Atualmente, um arquiteto indiano, Manu Gopalan, que havia já desenhado e construído a International House, juntamente com o Earth Institute, dirige uma das maiores obras residenciais comunitárias e também a mais morosa até hoje edificada: o chamado Sacred Groves. Trata-se de um projeto ambicioso de criar 108 alojamentos em três blocos feitos em terra, com a *técnica Cob*, que tem sido alvo de críticas e desconsideração. O fato de este jovem arquiteto nunca ter dirigido uma obra de tão grande dimensão e de utilizar uma técnica ainda pouco explorada, levou a uma série de dificuldades, que tornaram o projeto pouco exequível, devido à falta de recursos, especialmente de mão-de-obra.

O suporte financeiro vindo dos serviços residenciais foi limitado e a partir desse momento Manu decidiu trabalhar apenas com estudantes de arquitetura e de engenharia civil, em estágios de 3 ou 6 meses. Sendo assim, é inevitável uma formação constante, uma coordenação e controlo da obra muito rigorosos, onde a falta de coordenadores e de financiamento desaceleram o ritmo de construção e questionam a sua qualidade. O Sacred Groves é, no entanto, reconhecido como uma experiência de construção sustentável, com grande impacto nos princípios de sustentabilidade em Auroville e na Índia, atraindo arquitetos reconhecidos, professores e estudantes a participarem no desenvolvimento da obra, que conta já com 4 anos de tempo de construção e se prevê que esteja terminada no fim do corrente ano de 2017.



Fig. 252: Equipa do Sacred Groves, 2016.

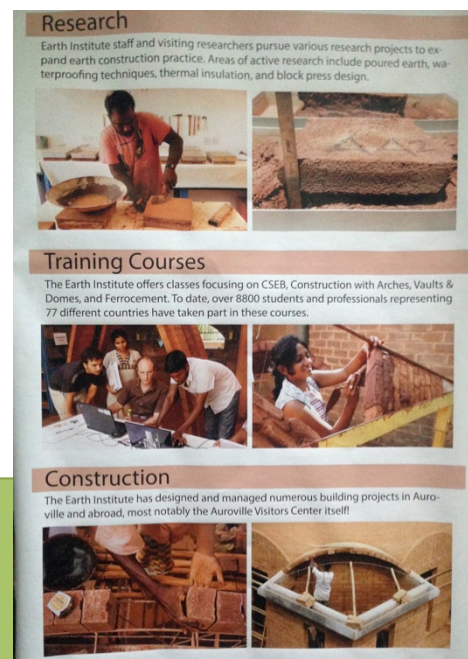


Fig. 253: Cartaz do Earth Institute

Auroville aspira a uma direção o mais ecológica possível, mas o sistema de transportes ainda fica muito aquém de estar livre de poluição. Enquanto falta um grande passo para alcançar meios de transporte mais ecológicos, são feitos esforços para deixar a Área Central e a Zona Internacional livres de veículos movidos a combustíveis. Em algumas zonas só são autorizadas bicicletas ou motos eléctricas.

A Zona Internacional é concebida como área pedonal, com acesso restrito a veículos. Cada área ou zona tem um estacionamento situado normalmente junto à estrada principal e, depois do estacionamento, as zonas são na sua maioria pedonais. O sistema de transporte e mobilidade é ainda pouco eficiente. Calcula-se um número de cerca de 1500 veículos por dia a cruzarem a cidade, onde, como sabemos, vivem 2700 pessoas, das quais 600 são menores. Há uma imagem pouco apelativa de um parque de estacionamento do Visitor Centre, que está atolado de veículos motorizados de duas rodas (o principal meio de transporte na Índia). Este é de fato, um aspeto que não se ajusta ao modelo que Auroville-comunidade aspira a seguir. Existe um minibus que conduz os visitantes apenas desde o Visitor Center ao Matrimandir. Estão disponíveis bicicletas para aluguer. Ainda que, com temperaturas constantes entre 28 e 38°C, e com o pó da estrada, elas não sejam motivantes, este é o único meio ecológico de mobilidade na cidade. Falta ainda a Auroville conseguir um sistema de transporte movível a biogás ou biodiesel, ou com motorizadas eléctricas ou mesmo recarregáveis a painéis solares.

O Earth Institute de Auroville dispõe de um centro de pesquisa de amostras de terra e de compósitos, bem como de registo de análises e resultados de testes de vários tipos de construção com terra. É também onde é produzida a maior parte do tijolo de terra que é usado na maioria dos edifícios da "cidade do amanhecer".



Fig. 254: Construção natural com painéis solares na zona residencial

O Bamboo Centre, liderado por Balu com a sua equipa residente, é um instituto para o desenvolvimento rural e industrial, que funciona como campo aberto a laboratório experimental na área de construção e mobiliário.

O Bamboo Centre é uma entidade sem fins lucrativos, em que parte dos seus rendimentos reverte para o Jardim de Infância Mohanam Community Centre de Auroville. Subsistem duas formações em campos, coordenadas por arquitetos e especialistas colaboradores do Bamboo Centre, as quais recebem em média, cerca de 50 alunos por mês e até 10 estagiários por ano, que criam novos protótipos e concepções de objetos de índole experimental.

O grande propósito da ABC - Auroville Bamboo Centre - é a constante procura de alternativas sustentáveis ambientalmente na arquitetura residencial, assim como nos interiores e mobiliário.

ABC é também um centro de formação e pesquisa. Providencia cursos e 'workshops', aloja estagiários e suporta todos os alunos que anseiem aprofundar os seus conhecimentos na redescoberta do uso do Bambu, desafiando novas técnicas com base em experiências laborais.



Fig. 255: ABC – Auroville Bamboo Centre



Fig. 256: Protótipo de paredes, ABC



#### IV. 2.7. ABC – Auroville Bamboo Centre

O Bamboo Centre é um Centro vocacional de investigação e formação, criado em 2008, quando o aurovilliano Balu, dedicado à produção de instrumentos musicais, se ocupou de olhar à sua volta e maravilhar-se com a quantidade de bambus naturais que cresciam em tufos espalhados por toda a Auroville. Nessa altura, Balu trabalhava com o Swaram Centre na produção de instrumentos musicais em bambu como flautas, recko recko, paus de chuva, didgiridos, etc., apercebendo-se de tantas funcionalidades e desempenhos que o bambu pode garantir que decide iniciar uma produção de mobiliário em bambu. Imediatamente procura artesãos locais que estejam interessados em aprender carpintaria de bambu. Forma uma equipa de artesãos e carpinteiros e decide fundar o Auroville Bamboo Centre (ABC) em 2009.

Nos diversos ramos de produção com bambu, Balu começou com o mobiliário, mas, era necessário criar estruturas de apoio tais como as oficinas de trabalho, escritório, armazém, loja, bem como uma área de recepção e zona comum. Do ramo do mobiliário passou para o ramo da arquitetura, numa vertente pedagógica, deram início à formação de workshops para alunos de arquitetura e engenharia civil, trazendo a necessidade de um novo espaço, uma sala para aulas teóricas e vídeo projeção. O Bamboo Centre faz parte de Auroville e é, portanto, um laboratório activo, as suas estruturas tem um cariz temporário e o campus está em constante mudança e readaptação do espaço conforme as necessidades e as oportunidades.



Fig. 257: Atual plano urbanístico, Auroville



Fig. 258: Loja do Bamboo Centre



*“It is our conviction that the time for a bamboo revolution has come, and that Auroville, an international intentional community in India dedicated to endless education, is a perfect place to help this revolution.”<sup>14</sup>*

A sede do Bamboo Centre situa-se numa propriedade de um hectare cedida pela comunidade aurovilliana. Recentemente, o ABC expande a sua área com a aquisição de uma propriedade, em título privado, com cerca de dois hectares para cultivo e produção de bambus de diferentes espécies, foram, assim, plantadas oito espécies diferentes das já existentes.

O Centro está conectado com outros centros e institutos em toda a Índia e outros países, fazendo a ponte entre o conhecimento tradicional vernacular de diferentes regiões da Índia com a cultura global emergente.

O Bamboo Centre trabalha atingindo com sucesso os seus objectivos primordiais:

- oportunidade de trabalho qualificado e formação vocacionada para a população jovem das aldeias locais em redor de Auroville oferecendo-lhes aptidões profissionais no novo contexto do bambu;
- investigação técnica e sociológica na tarefa de acoplar o artesanato tradicional Indiano com a cultura contemporânea mundial;
- produção e comercialização de produtos feitos gera comunidades mais fortes de acordo com um modo de vida mais sustentável;
- continuidade na investigação e desenvolvimento do uso ilimitado do bambu para a prosperidade das comunidades, tanto locais como regionais e internacionais.



Fig. 259: Projeto de alojamento temporário, 2016



Fig. 260: Protótipo de coluna.

<sup>14</sup> Balu, diretor do Bamboo Centre em Auroville

Com quase dez anos de existência, o campus tem-se desenvolvido quase que organicamente no espaço, de acordo com as oportunidades e gente envolvida nos projetos. A zona de entrada tem um pequeno estacionamento para veículos de duas rodas, um portão em bambu com formas criativas criando todo um ambiente esteticamente agradável. Estão implantadas várias estruturas que providenciam sombra dando lugar à recepção e zona comum; loja de venda e promoção de artigos em bambu produzidos em Auroville; áreas laborais – oficinas, sala de vídeo, armazém; área de alojamento temporário; Instalações sanitárias. Entre estas, outras estruturas ou protótipos dispersam pelo “campus”, resultados de workshops, na sua maioria, experiências de projetos de estagiários.

O campus é todo construído com bambu (à exceção do chão dos pavilhões), pilares, vigas, cobertura, paredes, portas, janelas, tudo é bambu, contudo, tem todo ele uma aparência de improviso, de carácter temporário, e, que verdadeiramente o é.

Seguindo o conceito de Auroville, ser uma comunidade experimental e funcionar como um laboratório vivo, o ABC segue a premissa num passo atento ao desenvolvimento do plano do campus, notando que tudo deve ser flexível a alterações.

*“A rustic cosy experience, our guesthouse was built piece by piece by our workshop students and finished off with some carpentry love by our workers.” <sup>15</sup>*



Fig. 261: Módulo estandardizado, equipa ABC



Fig. 262: Experiências de workshops

<sup>15</sup> <http://aurovillebamboocentre.org/guesthouse/>

O Bamboo Centre tem a desenrolar o seu mais recente projeto paralelo ao ABC, a sua adquirida quinta de plantio a qual chamam ‘*bamboo farm*’. Um projeto modelo de plantações de árvores de fruta tropicais em combinação com variadas espécies de bambu adaptado ao clima tropical seco e húmido, Balu pretende criar, cultivar e utilizar o seu próprio bambu em vez de comprar ou recorrer às colheitas locais onde o bambu cresce espontâneo e sem cuidados de manutenção. Pretende também alargar o seu centro de investigação e formação à área rural e de produção hortícola, tanto promovendo a auto sustentabilidade na construção em bambu como criando um projeto que incentiva o emprego e o crescimento da economia local.

O espaço ocupa três hectares, contem plantada uma dezena de diferentes espécies de bambus entre outras árvores de fruto. O lugar é habitado por algumas pessoas, entre locais trabalhadores e estudantes ou voluntários. Tem um pavilhão com instrumentos musicais feitos em bambu e um espaço coberto para aulas de yoga e outras terapias. Em plano, está traçado outras estruturas de alojamento, zona de bungalows, zonas de convívio e áreas ajardinadas.

*“It is our conviction that the time for a bamboo revolution has come, and that Auroville, an international intentional community in India dedicated to endless education, is a perfect place to help this revolution.”*<sup>16</sup>



Fig. 263: Instalação protótipo na Bamboo Farm



Fig. 264: Bamboo Farm

<sup>16</sup> Balu, diretor do Bamboo Centre em Auroville.



#### IV. 3. Green School, Bali, Indonésia:

##### 3.1. Contexto histórico, geográfico e cultural de Bali;

Bali é uma ilha-província da Indonésia com cerca de 4.225.000 habitantes, que ocupam 5.780 km<sup>2</sup> de território, com uma densidade populacional de 730 hab/km<sup>2</sup>. Bali é a mais peculiar ilha da Indonésia, visto ser a única onde é praticado o Hinduísmo Balinês, dentro das 13.667 ilhas que formam a Indonésia e cobrem uma área de 1.904.000 km<sup>2</sup>, fazendo da República Indonésia o maior arquipélago mundial e o maior país islâmico do mundo, onde 98% dos 225 milhões de habitantes são islâmicos.

A capital política da Indonésia é Jacarta, situada na ilha de Java, no grupo ocidental, separada de Bali por 2,4 kms, pelo Estreito de Bali. É caracterizada, meteorologicamente, por um clima tropical, quente e húmido, com temperaturas na ordem dos 28° a 35°C ao longo de todo o ano, com uma estação seca entre Julho e Setembro e uma estação de chuvas entre Dezembro e Março (com 700 mm de pluviosidade diária). A mata tropical indonésia é a segunda maior floresta tropical do mundo, a seguir à Amazónia, e representa 10% da floresta tropical em todo o mundo. Infelizmente esta extensa área arborizada tem sido reduzida pelas produções massificadas de matéria-prima e monocultivos, como é o caso da indústria de óleo de palma, que tem destruído vastas áreas de floresta natural, da qual se extraem também madeiras tropicais, usadas maioritariamente na construção e no mobiliário.

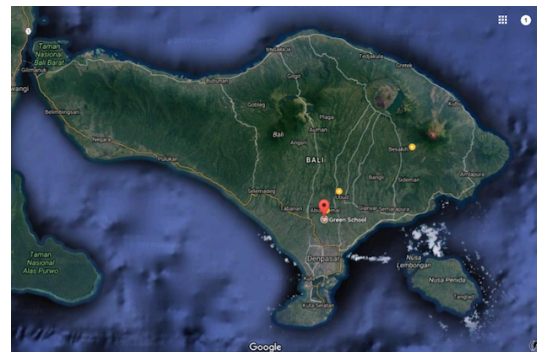


Fig. 266: Mapa de Bali, Googlemaps.

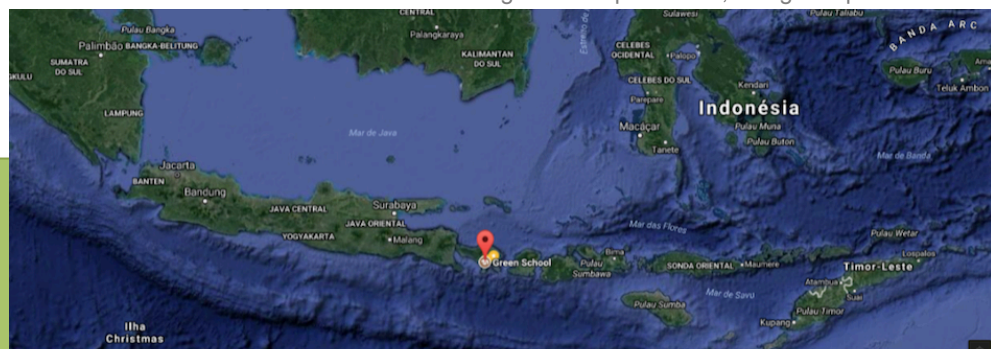


Fig. 267: Visualização geográfica de Bali, Googlemaps.



A UNESCO reconheceu em Bali, como património mundial, o Subak, nome dado ao sistema de irrigação dos campos alagados de arroz, distribuídos por socacos, um sistema ecológico sustentável artificial, concebido pelo povo balinês há mais de 1.000 anos. Este sistema tradicional e ecológico de irrigação estabelece a união da sociedade agrária com o Banjar comunitário e o templo hinduísta local. O manejo da água é feito sob a égide de pastores, em templos de água, com base na filosofia Tri Hita Karana, que mostra a relação entre os humanos, a terra e os deuses e designa as três causas da prosperidade: a harmonia entre os humanos; a harmonia com a natureza e a harmonia com os deuses. O Banjar é o centro da cooperativa comunitária - cada vila ou cidade está organizada em 1 ou mais Banjar, sendo este constituído pelos homens representantes de cada família, que coordenam e são responsáveis pelo templo e pelos eventos sociais ligados à comunidade e à religião. Cada Banjar possui uma ou mais produções de arroz.

Para o balinês existem espíritos do bem e espíritos do mal, e ambos requerem a mesma atenção e dedicação. Por isso, os Balineses preparam diariamente os Canang Saris, que são oferendas feitas em pequenas cestinhas de folhas de palmeira e recheadas com alimentos simbólicos (como arroz ou banana), flores, incenso e uma moeda. As oferendas para os espíritos do mal são deixadas no chão, em sinal de respeito, com a intenção de apaziguá-los. As oferendas destinadas aos espíritos bons são colocadas no alto dos templos, como agradecimento pela boa saúde e prosperidade. Outra curiosidade é que eles acreditam que quanto mais elevado o lugar, mais puro ele é e mais espíritos do bem se vão lá encontrar. É por isso que eles gostam de morar nas montanhas. O mar é donde vêm os espíritos do mal, pelo que, para os Balineses, os surfistas são considerados como pessoas de coragem, dignas de admiração. Outra história curiosíssima, que vem narrada num livro sobre costumes



Fig. 268: Oferendas



Fig. 269: Subak - Rice fields – sistema de irrigação dos arrozais

locais, conta que os Balineses acreditam que a Terra está assente em cima do casco de uma enorme tartaruga. Quando a terra se move, ou seja, quando ocorrem terremotos (na interpretação deles) é porque a tartaruga está caminhando.

Não se sabe ao certo quando nem como se formou a religião Bali-Hinduística no país, mas existem relatos que atestam que 500 anos AC a ilha tinha uma predominante influência budista, provavelmente causada pelos primeiros colonos vindos da China. Mas foi só no século XV, quando a realeza de Java precisou de fugir da Índia para se salvar de uma revolução islâmica, refugiando-se em Bali, que o Hinduísmo chegou à ilha, ganhou força e se misturou harmoniosamente com o Budismo e o Animismo (devoção aos deuses da natureza). E foi nesse período de êxodo da aristocracia (depois seguida por artistas, pensadores e intelectuais) que Bali teve o seu momento de ouro na história cultural e, começou a encantar o mundo.

O Hinduísmo Balinês, também conhecido por Bali-Hinduísmo, é uma forma diferente da prática Hindu, diretamente associada ao povo da ilha de Bali, baseada mas distinta do Hinduísmo original da Índia, pela unificação do Hinduísmo com o Budismo e o Animismo - do latim "Alma, Vida". É um termo adaptado pelas culturas ocidentais, uma vez que os povos indígenas praticantes do Animismo nem sequer designam esta visão religiosa com base no termo etimológico, mas sim o aplicam na crença mundana de que entidades não humanas, como animais, plantas, rochas, bem como montanhas, rios, relâmpagos, vento ou quaisquer outros elementos ou fenômenos naturais, possuem uma essência espiritual. O Animismo define-se, pois, como: "Tudo o que tem movimento tem uma alma".<sup>17</sup>

A base fundamental do Hinduísmo vem do Dharma - a ordem no cosmos - no entanto os Hindus também reconhecem a força da desordem - Adharma. No Hinduísmo, o objetivo é a busca constante da harmonia e do equilíbrio entre estas duas forças.



Fig. 270: Templo de hinduísmo balinês

<sup>17</sup> NORDHOLT, H.; 1991

A chamada "Terra dos Deuses" é hoje local de inspiração para muitos estrangeiros e destino turístico em acentuado desenvolvimento.

*"The very name conjures up images of exquisite stone temples, rice terraces, humid forests full of lush green plants, volcanoes and serene, smiling people.*

*With some 20,000 temples and shrines, it's no wonder Bali is called the Island of the Gods. Most of Indonesia's population is Muslim but 93 per cent of Bali's residents practice Balinese Hinduism, a blend of Indian Hinduism, Buddhism and animism. It is this exotic mix that draws the spiritually curious, such as Elizabeth Gilbert."*<sup>18</sup>

#### **IV. 3.2. Desenvolvimento turístico de Bali;**

Após 343 anos de colonialismo holandês, as tropas japonesas desembarcam em Sanur Beach e declaram a guerra, em 1942. Bali deixa assim de ser um destino turístico pra ocidentais de classes abastadas e passa a ser local de férias dos oficiais japoneses enquanto o Japão ocupou as ilhas indonésias. Após a retirada do Japão, em 1945 (ano em que acabou a II Guerra Mundial), a Indonésia proclamou a independência frente à reocupação dos holandeses em várias ilhas, incluindo Bali. Os holandeses estavam ansiosos por recuperarem a Ilha do Paraíso, manifestando intensa preocupação em recuperarem a cultura e a tradição balinesa, ligeiramente corrompidas com a ocupação japonesa e o medo instalado.

Finalmente, em 1949, Bali e a Indonésia alcançaram a independência, mas ainda assim vivia-se um clima de instabilidade na ilha-paraíso, desenrolando-se conflitos entre republicanos e lealistas, durante um período de quase 10 anos. Bali perdeu a sua anterior economia ligada ao turismo, o que afectou também a área da educação. Fortaleceu-se, contudo, a instrução de artesãos, a carpintaria, a música e os têxteis, que eram ofícios que estavam diretamente ligados à religião. Embora as crianças e os jovens não tivessem oportunidade de acesso à educação, foram, de geração em geração, aprendendo artes manuais, desenvolvendo assim a sua criatividade, estilo e técnicas.

---

<sup>18</sup> Wendy Gomersall, The Scotsman, 2010 (FONTE: The Mail on Sunday; 2010)

Em 1957 havia apenas 3 hotéis turísticos em toda a ilha de Bali, e muitos turistas, mais aventureiros, ou artistas, bem como antropólogos, procuravam hospedar-se nos locais em que a arquitetura das casas de família era convidativa a receber hóspedes.

Nos anos 60 começaram a discutir-se formas de desenvolver a economia indonésia, bem como a de outros países asiáticos. Foi na altura em que Singapura iniciou o seu plano de desenvolvimento económico, tornando-se no centro tecnológico e empresarial que é hoje, como polo empreendedor na Ásia.

Em 1969, um grupo de tecnocratas reuniu-se para implementar um plano de desenvolvimento nacional, com o principal objetivo de erguer a economia indonésia em 25 anos (take-off plan), salientando a importância do turismo internacional enquanto factor de desenvolvimento económico, juntamente com outros índices de evolução, nomeadamente a produção de arroz.

Até 1970, ano em que foi inaugurado o aeroporto de Denpasar, o acesso à ilha era feito por barco, a partir de Java. Desde então o fluxo de turistas aumentou e o tipo de turismo não era generalizado, conforme esperado pelo casal norte-americano de classe alta. Bali era acessível apenas a uma classe média de ocidentais hippies e a artistas, bem como a jovens surfistas. Nesta perspectiva, as zonas de Sanur e Kuta, no Sul de Bali, junto à costa, foram as primeiras a crescer, mas sem um plano de ordenamento urbano.

O Master Plan, concluído em 1971 pelo Worlds Bank Report para o desenvolvimento turístico em Bali, era traçado com enfoque no desenvolvimento urbano das 3 principais zonas de praia: Nusa Dua (ponta sul), Kuta (sudoeste) e Sanur (sudeste). A principal clientela esperada eram ocidentais ricos, que gastassem 35\$ diários em alojamentos de luxo. Três hotéis de luxo foram desenhados para cada uma destas 3 zonas.

Bali não era só um destino paradisíaco tropical. Era a "terra dos deuses", com todos os seus templos e rituais religiosos, cores e músicas vibrantes, que compunham este lugar mágico. E a "clientela" que desembarcava na ilha ia mais para além dos ricos americanos - eram também australianos e canadianos. A nova era hippie era constituída por jovens aventureiros e por surfistas, que eram também seduzidos pelos encantos naturais e místicos desta terra de magia. Estes aventureiros traziam orçamentos mais reduzidos e tentavam alojar-se junto dos habitantes locais. Estes, por sua vez, viram nisso uma excelente oportunidade de obterem lucros pessoais. O número de 'guest houses' e de 'bungalows' aumentou consideravelmente, à revelia do Master Plan já elaborado.



Com a construção do aeroporto, os propri etários de terras e das próprias “desas”, nas zonas costeiras, começaram, independentemente, a construir dentro das suas possibilidades financeiras, pousadas e pequenos hotéis, distribuídos ao longo de veredas transformadas em estradas tão estreitas que dificilmente hoje por lá passam carros. Estas áreas urbanas, congestionadas de hotéis e comércio, estendem-se na zona Sul, junto à costa.

Ubud, centro urbano das artes e ofícios, situa-se entre vales, rios e arrozais, a cerca de 40 quilómetros do aeroporto e 25 km a norte de Denpasar. Ubud foi desenvolvido para os amantes das artes bem como da natureza. É um centro atualmente conhecido pelo seu património rico em arte, bem como pelo fabrico de produtos orgânicos.

Nos anos 30, já artistas aqui construíam as suas casas e trabalhavam com os artesãos locais. Tradicionalmente, em Bali, a pintura e a escultura, bem como a música e a dança, eram expressões mais religiosas do que propriamente artísticas. Para um Balinês estes ofícios estavam ao serviço dos deuses. O conceito de Arte, propriamente dita, foi trazido pelos Holandeses. Vários artistas da época inspiravam-se neste estilo, assim como na natureza e nas ninfas locais semi-vestidas .

*" ... will Bali culture survive the impact of tourism?"*<sup>19</sup>

Dando razão ao boato, Bali está mesmo arruinada. As tradições autênticas, que tornaram esta ilha tão famosa no ocidente, têm vindo a ser alteradas ao serviço dos turistas. A criatividade artística celebrada em Bali é coisa do passado; as cerimónias religiosas têm-se tornado 'shows' comerciais; os rituais são vendidos; há, de facto, uma sede de vender e de tirar proveito dos estrangeiros, em todos os aspectos. O dinheiro tornou-se irreversivelmente o bem essencial para a vida dos balineses, que se deixaram corromper pela lei do lucro económico. Tristemente, tudo na ilha está hoje à venda.

*"Bali is losing its soul. This wondrous and luxuriant island of 10.000 temples and a thousand festivals is polluted. It has been hurt with a deadly disease: mercantilism.*

*And the virus is called international tourism".*<sup>20</sup>

Os Balineses, por sua vez, têm condenado o Plano de 1971, por estar focado no desenvolvimento do turismo em Bali mais do que no desenvolvimento de Bali para o

---

<sup>19</sup> MICHEL PICARD; 1992:91

<sup>20</sup> FROMENT, G.J.; 1981:75

turismo, pois averiguo u-se que o Plano serviu para a balança de pagamentos a nível nacional, e não para estimular o desenvolvimento regional. Ficou demonstrado que ele foi baseado e orientado para o estudo de mercado do turismo em vez de para as necessidades reais da população.

Nos tempos que correm, Bali continua a ser o destino paradisíaco de muitos viajantes. Não só por ser uma ilha com praias de surfistas, mas por haver turistas que procuram ou esperam encontrar nela aquilo que ela tem ainda para oferecer: praias tropicais, natureza gloriosa, um povo simpático e agradável, mística religiosa, clima ameno e constante, cultura vasta, arte exótica, terapias naturais, espiritualidade, enfim, um cenário cativante.

Tudo isto é verdade, mas Bali constituiu um "boom" no crescimento dos centros urbanos e das atividades económicas direccionadas para o turismo e totalmente dependentes deste sector. As ruas estão repletas de placas a anunciar alojamentos.

O comércio ganhou um contexto absurdo, em que se destaca um sede de vender exaustiva. Contudo, o "boom" de desenvolvimento turístico não foi causado apenas por turistas, mas maioritariamente por Balineses, que viram nesta tendência uma crescente alternativa comercial à agricultura e a outros ofícios. Ainda com este crescimento e a grande oferta de estadias e warungs <sup>21</sup>, o povo balinês não conseguia oferecer certos requisitos a grande parte dos turistas, principalmente aos da classe alta. O "boom" turístico tem provocado o abandono dos campos agrícolas que, por sua vez, são substituídos por "resorts" de luxo, com investimentos feitos por estrangeiros, que são, na verdade, os maiores investidores.

A redução dos "Rice Paddy Fields" e o aumento do abate de palmeiras para produção do óleo de palma são o grande problema da desflorestação da Indonésia. Aspectos altamente negativos, não só físicos como também sociais, que surgem na ilha são: a quantidade de carros que não cabem na escala de construção das ruas e vilas; grandes casas de investidores e comerciantes ricos; a arte tradicional transformada em arte comercial; a criminalidade, que era rara, e tem vindo a evidenciar-se em roubos e tráfico de droga. O governo indonésio não se mostra nada tolerante em relação a esta última, pois traficar substâncias ilegais pode levar à pena de morte. Tem sido uma medida de controlo da criminalidade, sobretudo em ilhas turísticas como é o caso de Bali.

---

<sup>21</sup> Restaurante típico balinês

Salienta-se que esta ilha tem sido alvo favorito para artistas em geral, fotógrafos, jornalistas e arquitetos de interiores ou paisagísticos.

Não se estranha que um visitante goste de ficar hospedado numa casa de estilo "balinês", tanto mais que, por todo o lado, ele se confronta com milhares de ofertas do mesmo estilo. Investidores estrangeiros, também interessados em arte e natureza, são quem ambiciona marcar uma diferença, contratando arquitetos, também estrangeiros, com visões mais inovadoras e criativas, a juntar à vertente ecológica e paisagística do local.

Em 1990, realizou-se um seminário internacional sobre ecologia humana, turismo e desenvolvimento sustentável, com vista ao crescimento urbano e económico de Bali, que juntou governadores de vários países asiáticos e ocidentais, com a participação ativa dos EUA e da Holanda. Foram debatidas duas grandes questões: a ambiental e a social, que por sua vez, incluía as áreas cultural e comercial.

*"...women are responsible for the growing burden of maintaining the energy-consuming traditions."* <sup>22</sup>

Os rituais diários e rotinas dos Balineses seguem uma tradição, fé, ideologia e filosofia coexistentes, que não chocam com o desenvolvimento turístico. Tri Hita Karana, as três razões da felicidade (deuses, humanos e natureza), na sua relação entre macrocosmos e microcosmos, baseiam-se em 5 elementos: água (líquido), terra (matéria), vento (ar), fogo (luz) e ETHER (espaço). A manifestação prática e rotineira de Tri Hita Karana está na organização das casas familiares, "Desas" e, mesmo da ilha, repartida em três zonas: espiritual (montanhas, templos, altitude); social (pavilhões, planícies e vales); natural (jardins das casas, florestas e campos). Existe



Fig. 271: Elephant Waterfalls em Ubud

<sup>22</sup> RAMSEYER; 2001:13

também a dualidade feminin o-masculino: pai-céu, mãe-terra, pai-montanha, mãe-oceano, pai-energia e alma, mãe-corpo.

"Karma is good at home of temples and shrines" <sup>23</sup>

#### IV. 3.3. A Arquitetura de Bali e o uso dos materiais;

De acordo com a geografia, meio ambiente, clima, e a religião muito intrínseca no quotidiano dos Balineses, a arquitetura tradicional de Bali tem evoluído, nunca menosprezando estes pontos primordiais.

A arquitetura balinesa tende a ser uniforme, homogênea.. Os aspectos sociais da comunidade, a cooperação e trabalho colectivo dentro de casa e fora (ambientes familiar e comunitário) são questões importantes, que estão ligadas tanto às condições físicas exteriores (ambiente, clima) como aos aspectos religiosos e rituais diários. Regendo as situações quotidianas, existe inclusive um manual antigo, dos princípios da organização espacial dos lugares familiares e comunitários. "Asta Kosala Kosali" rege os princípios do Hinduísmo Balinês no equilíbrio mental e físico dos indivíduos no seu espaço - o perfeito encontro do microcosmos (humanos) com o macrocosmos (ambiente, exterior, terra, universo).

A arquitetura tradicional balinesa tem como ponto de partida a orientação espacial, alinhada com os elementos naturais físicos e espirituais de Bali - o Norte é apontado para o vulcão mais alto da ilha Gunung, ainda que este esteja posicionado a Nordeste. É o vulcão, como elemento físico da morfologia vertical na ilha, que estabelece a orientação geográfica dos Balineses, representando o sagrado.



Fig. 272: Traditional village, Norte de Bali.

<sup>23</sup> Wendy Gomersall, The Scotsman, 2010 (FONTE: The Mail on Sunday; 2010)



O sagrado está situado na altura; O meio, no corpo, nas paredes; o baixo, nas fundações. A asa consiste num complexo de diferentes habitações, posicionadas de acordo com as orientações atrás descritas: ao Parahyangan, o espaço de oração aos deuses, é atribuído o local mais alto, orientado para nordeste, onde se situa o vulcão; a cozinha está localizada a sudoeste, no lugar oposto, mais abaixo. Existe sempre um género de pavilhão, sem paredes e sem tecto, uma estrutura com pilares de madeira, elevada e com telhado em bambu, para atividades colectivas, sejam de trabalho doméstico, lazer ou encontros. As casas tradicionais eram construídas com materiais naturais: pedras, blocos de terra, madeiras ou bambus. A utilização dos tijolos foi introduzida pelos Holandeses, durante o período da arquitetura moderna, no século XX.

Os anos 70 foram irrecuperáveis na construção e desenvolvimento urbano dos centros de Bali. Já nos anos 80 houve uma tomada de consciência relativamente à manutenção dos campos agrícolas e à subsistência da vida dos locais e da ilha, por via da agricultura. O rápido crescimento do 'boom' turístico reduziu, contudo, a disponibilidade de terras e fez subir o valor da propriedade territorial. A arquitetura tradicional foi afectada, num misto de tradição e arquitetura cósmica, pelo estilo moderno ocidentalizado. Tem havido, sim, uma crescente procura de arquitetos que respondam a estilos ecléticos, tendo a coligação entre arquiteto e cliente vindo a ser cada vez maior numa sociedade urbana heterogénea, onde deixou de haver espaço para uma arquitetura cósmica, baseada em Asta Kosala Kosali, mas que passou a ser orientada na perspectiva do poder económico, num estilo puramente visual e neo-feudal.

Embora objeto de todas estas controvérsias, Bali tem sido referência para muitos destinos turísticos asiáticos e para arquitetos reconhecidos internacionalmente. Ainda que o ecletismo tenha ocupado o espaço arquitectónico da ilha, o tradicionalismo tem-se mantido na vida quotidiana da maioria dos balineses, na arquitetura das suas



Fig. 273: The mother temples, Nortedeste de Bali

casas e templos, onde o princípio "Asta Kosala Kosali" continua a ser posto em prática.

Nos dias que correm, Bali continua em transformação. Continua a ser um destino muito procurado tanto por turistas como por investidores. Contudo, o panorama do progresso tem-se alterado: descobriu-se um novo conceito a ser explorado, que foi introduzido na ilha através da Green School, em resultado da procura de formas alternativas ecológicas e sustentáveis, quando John Hardy, artista canadense residente em Bali há mais de 30 anos, entrou no mundo do bambu com toda a determinação e eficiência, e explorou as potencialidades deste material em consonância com a sua ecologia, versatilidade e estética natural, e fazendo chegar a todo o mundo a mensagem de que é possível construir tudo com bambu, com 0% de desperdício energético, e ainda com a vantagem de esta planta se autorreproduzir e crescer mais rapidamente que a erva daninha.



Fig. 274: Mother temples, Shrines – Templos hinduístas de Bali

#### IV. 3.4. História da Green School e Bamboo PT Pure;

*"This is the future!"*<sup>24</sup>

A Green School é um instituto de ensino privado sem fins lucrativos, com um método de ensino alternativo ao método convencional, que acolhe educandos dos 5 aos 18 anos de idade.

Situada nas margens do rio Ayung, perto de Ubud, na ilha de Bali, Indonésia, esta escola foi pensada para ser um modelo de escola ecológica, aspiração de seus criadores e fundadores, o artista John Hardy e a sua esposa Cynthia. A concepção da Green School, em 2006, foi materializada em papel depois de Hardy ter lido o documento de Alan Wagstaff, Three Springs Concept, para a realização de uma comunidade ecológica educacional.

Vale a pena revelar a história do homem que deu início a este novo conceito, e é já considerado o "pai" do modelo de escola sustentável, a "Green School". John Hardy, recém-licenciado em Belas Artes, chega a Bali em meados dos anos 70, e não demora muito a sentir o fascínio pelo pormenor artístico da joalheria tradicional balinesa.. Começa a trabalhar com os artesãos locais na concepção dos seus próprios modelos e desenho. No início dos anos 90, com a fiel colaboração da sua esposa Cynthia, conseguem que a sua marca ganhe reconhecimento entre as mais conceituadas da joalheria da América do Norte, com um portfólio de peças trabalhadas uma a uma., individualmente. Cada uma das peças continha escrito o número de bambus que seriam plantados com a sua compra. A sua marca, John Hardy, foi bem sucedida internacionalmente pelo seu conceito de *'sustainable luxury'*.



Fig. 275: Ponte de bambu sobre o rio Ayung, Green village, Bali

<sup>24</sup> John Hardy (referindo o bambu) fundador da Green School em Bali, 2006



Em 2006, John Hardy vende a sua companhia para realizar o seu ambicioso sonho: O de construir e fundar uma escola ecológico-sustentável. John e Cynthia investiram na educação, sendo eles próprios os educadores dos seus dois filhos, Elora e Orin, em quem mais tarde delegam a direção da equipa de construção em bambu. Eles fundam a Ubuku, que o pai iniciara com o projeto da Green School, que seria um exemplo de uma visão transformadora do progresso sustentável para uma sociedade em desenvolvimento acelerado.

Ao criar a escola, John Hardy preferiu não entrar no circuito de concursos de arquitetura internacional. Em vez disso, contratou uma equipa eclética de 'designers' e artistas, bem como de arquitetos especializados em bambu., chamando, assim, o austríaco Jorg Stamm, especializado em bambu Guadua, e Aldo Landwehr, escultor suíço residente em Bali, para director do projecto. Foi então executado o Master Plan, e Hardy reuniu a equipa conhecida como Bamboo PT Pure, a mesma liderada hoje pela sua filha mais velha, Elora Hardy, fundadora da Ubuku, de que o seu irmão Orin Hardy também faz hoje parte, como diretor de paisagismo.

O início da construção ocorre em Fevereiro de 2007. A escola, abrigada por uma monumental estrutura de bambu emergindo da floresta e arrozais, começa a funcionar em Setembro de 2008, com 90 estudantes, estrangeiros e locais.

Os edifícios que formam o complexo arquitectónico da Green School foram construídos com recursos renováveis locais, maioritariamente bambu, folhas de palmeira e paredes tradicionais de terra.



Fig. 276: Edifício principal da Green school, Ubud, 2008



Ficha técnica da Green School:

Arquitetura: PT Bamboo Pure

Equipa: John Hardy (cliente e criador); Aldo Landwehr (director criativo), Cheong Yew Kuan, Effan Adhiwira, Miya Buxton, Hanno Burtscher, Phillip Beck, Stephanie Gunawan, Erin Johnson, Kendra Spanton, Yulianto Maliang, I Nyoman Kerta, I Gusti Ngurah Putra Wiarsa, Heru Wijayanto (designers), Joerg Stamm (consultor especialista em bambu).

Engenharia: Faculty of Civil Engineering, Gadjah Mada University, Jogjakarta, Ir. Morisco, Ashar Saputra, Inggar S. Irawati.

Supervisão: PT Bamboo Pure.

Cliente: Yayasan Kul Kul (tradução: Escola de Crianças).

Área construída: 5.534 km<sup>2</sup>

Custo aproximado: 3.120.000 \$ USD

Fase de projeto: Junho 2005 - Setembro 2007

Fase de construção: Fevereiro 2007 - Dezembro 2007.

Apesar das primeiras intenções de ser uma escola autossustentável, totalmente '*out of the grid*', em 2014, seis anos após o seu início, a Green School não o era inteiramente, mas já produzia a maior parte dos alimentos que consumia, assim como fontes de energia renováveis, incluindo o biodiesel e a micro-hydro power (energia micro-hidroelétrica), gerada por um vértex hidro-electrónico e painéis solares. O campus foi pensado para seguir os princípios da permacultura orgânica, onde os alunos cultivam, eles próprios, hortas orgânicas, como fazendo parte das suas atividades pedagógicas.

Atualmente, 8 anos depois da sua abertura, a escola aumentou o seu número para 387 estudantes, e conta com cerca de 70 locais, que fazem parte do "staff", e pais de alunos, educadores activo no projeto.



Fig. 277: Aula de permacultura, Green school



Fig. 278: Posto de Bio diesel, 2016

Ben Macrory, diretor da Green School em 2015, descreve a escola como "*living laboratory*", onde os seus alunos aprendem sobre a ecologia dos rios, energias renováveis, cultivo de arroz e ainda sobre construção e estruturas em bambu.

*"The school needed to inspire and serve as an example in every act with the utmost respect to the local community and its customs. "How can a school talk about sustainability with students sitting on wooden desks, when these are practically extinct in Bali? John thought about bamboo. Why not bamboo? I can't promise wood for ever. But I can promise bamboo. It takes only three years for a bamboo to grow up" says Hardy. And so he created the bamboo school."*<sup>25</sup>

Implantada sobre 20 Acres (aproximadamente oito hectares), a pegada ecológica da escola é quase zero. Começando pelos edifícios, construídos unicamente com bambu, tijolo de terra e folhas de árvores locais, o campus é abastecido por energia solar, biogás e uma central hidroelétrica, através do rio, com um sistema de permacultura na produção de alimentos, gerida e executada pelos próprios alunos, utilizada pelos mesmos para gerar tanto comida como desperdício orgânico para compostagem.

*"It's about children experiencing the 'physicality of greenness'. Thye school does not have any courses that focus speciifiically on sustainability because, simply by attending, students are living and breathing what it means to be sustainable".*<sup>26</sup>



Fig. 279: Vista aérea da Green school

<sup>25</sup> John Hardy, 2006 (FONTE: <https://www.greenschool.org/>)

<sup>26</sup> FONTE: <https://www.greenschool.org/>

A Green School tem como visão educar e formar jovens líderes ambientais com enfoque para uma sociedade global. O seu objetivo é dar continuidade a um modelo progressivo e activo na vida e na aprendizagem das crianças, que relaciona o meio ambiente em que crescem, aprendem e vivem com uma efetiva formação para um futuro de rápido desenvolvimento e avanços tecnológicos, guiados por valores de integridade humana, responsabilidade, empatia, integração, sustentabilidade, paz, igualdade e comunidade.

*"...prepares students to be stewards of the environment, teaching them to be critical and creative thinkers, who champion the sustainability of the world and the environment".* <sup>27</sup>

*"Thanks to solar panels, the school generates 80% of the energy it uses. Also because the whole school lighting is natural light. We don't need bulbs".* <sup>28</sup>

Outra preocupação da Green School é criar a proximidade com as comunidades locais dos arredores da escola - adoptam os seus costumes e formas de expressão artísticas e culturais, aprendem o idioma local, as danças tradicionais e os rituais diários de devoção à natureza. *"We are not here to teach the villagers. But to learn with them, and promote their millenary culture as much as we can"*, afirma Tim Fijal, gestor da Kul Kul, a comunidade agrícola da Green School. <sup>29</sup>



Fig. 280: Pavilhão para atividades e encontros

<sup>27</sup> Ben Macrory, Diretor principal da Escola em 2015 (FONTE: <https://www.greenschool.org/>)

<sup>28</sup> Chris Thompson, Diretor de Desenvolvimento da Escola (FONTE: <https://www.greenschool.org/>)

<sup>29</sup> FONTE: <https://www.greenschool.org/>

## a - Sistema de ensino da escola

Em 2012, a Green School foi reconhecida com o prêmio "A escola mais verde do planeta" pelo Centro de Escolas Ecológicas do U.S. Building Council. Na visita oficial do secretário geral das Nações Unidas, Ban Ki Moon anunciava: *"I've been to several schools in my life, but I have never seen one like this, so nice and engaged in making a better world, discussing, debating, and searching for answers to some of the world's greatest challenges: ending poverty, protecting communities, ensuring fairness, and sustaining the natural environment"*.<sup>30</sup>

Em Agosto de 2014 o número de estudantes atingia os 410, com 50 professores internacionais.

Em Janeiro de 2015, os alunos sénior lançaram o Bio Bus, uma companhia de estudantes que providencia os serviços de transporte para a comunidade da Green School: são três autocarros de 18 lugares, que circulam exclusivamente com biodiesel (B100) filtrado e reutilizado a partir de óleo de culinária usado. Esta iniciativa conseguiu reduzir a maior parte dos veículos privados nos perímetros da escola, e faz participar toda a comunidade Green School com as comunidades locais na recolha de óleos usados. A Green School, por sua vez, não utiliza o comum óleo de palma por questões político-ideológicas - no que se refere ao desbaste da floresta tropical para a transformar em campos de monocultivo de palmeiras.



Fig. 281: Equipa de professores da escola Verde

<sup>30</sup> FONTE: [www.yogitimes.com/review/green-school-bali-alternative-holistic-boarding-john-hardy](http://www.yogitimes.com/review/green-school-bali-alternative-holistic-boarding-john-hardy)



A escola oferece quatro níveis de estágio, num plano muito semelhante ao do estudo convencional europeu: pré-primário, primário, preparatório e secundário. Adoptou programas de ensino como o da Permacultura, Ciências do Ambiente, Estudos Empresariais, Artes e Ofícios, sem deixar de parte disciplinas como Idiomas, Matemática, Física, Química e Desporto.

Sendo uma escola orgânica, o currículo e a metodologia de ensino podem sempre variar. Mas o foco é sempre o mesmo - empenha-se vivamente em amadurecer crianças, orientando-as segundo 4 moldes básicos de uma plataforma educacional: o físico, o emocional, o intelectual e as habilidades quinestéticas. Além das disciplinas académicas, os alunos são também direccionados para aulas temáticas, com particular incidência na ecologia e no ambiente.

As aulas, estruturadas em etapas, assentam em 3 pilares: proficiência em matérias comuns, como Inglês, Matemática e Ciência; em Artes e em Estudos Ecológicos. Nas aulas de Ecologia os alunos visitam os arrozais, cuidam das galinhas, controlam os peixes e o sistema aquapónico, bem como cultivam, colhem, cozinham e, com os desperdícios, preparam a próxima compostagem.

Duas opções fazem parte do menu do almoço, servido em pratos de folhas de bananeira: comida indonésia e comida ocidental, tudo orgânico, incluindo vegetariano e não-vegetariano, embora a filosofia da escola incentive os alunos a seguirem uma dieta maioritariamente vegetariana. Os desperdícios de alimentos são separados para ulteriormente formarem um composto orgânico, como já foi referido.

Tudo na Green School é regrado por princípios sustentáveis. Até as instalações sanitárias são concebidas de molde a produzirem composto. São conhecidas como



Fig. 282: Sala de aula da Green school

"Compost toilets" - em português, "casas de banho secas", pois nelas é usado papel e serradura, em vez de água canalizada.

Todos os pais dos alunos são convidados a participarem na vida ativa da Escola. Todos os meses a Escola convoca pais, alunos e professores para reuniões de desenvolvimento de novos projectos, em que os pais começam de antemão a fazer parte integrante daqueles que os seus educandos irão desenvolver. Os projectos desenvolvidos são dos mais diversos, desde as energias renováveis até à recolha de plásticos em redor da Escola, em Bali.

*"With so many cool people, it would be a waste not to use this to leverage collective community projects that make a difference for a better world".  
I saw my 7 years old boy open his mind, being flexible like a bamboo, engaging himself in green projects and cultivating some respectful values".*<sup>31</sup>

## **b - Arquitetura da Green School**

Visitar a "Green School" é como entrar num universo da estética natural, onde a arquitetura é tão importante quanto o mais ínfimo pormenor. Os visitantes ficam deliciados com o seu plano urbanístico, a sua arquitetura, paisagismo e ecologia.

Com a missão de criar 'cidadãos globais', a "Green School" concebe uma arquitetura que concretiza a sua filosofia e pedagogia. A sua maior e mais elaborada estrutura é impressionante pela sua escala e desenho. A maioria das fotografias que podemos ver online e em livros são dos primeiros anos de vida da Escola, em que se pode ter uma visão muito global da estrutura. Nos dias de hoje, a vegetação ganhou dimensão e esta monumental estrutura encontra-se semiescondida,



Fig. 283: Estrutura do telhado do edifício principal

<sup>31</sup> Chris Thompson, Director de Desenvolvimento da Escola (FONTE: [www.greenschool.org/](http://www.greenschool.org/))

passando quase despercebida, mas, uma vez lá dentro, a sua complexidade e enormidade, a perder de vista, são algo que deixa o visitante estupefacto, reunindo os sentidos num só deslumbramento, ali onde o bambu mostra todo o seu poder e grandeza. A sua cobertura, ostentando dois cones fundidos, assenta sobre duas torres espirais de Cornu, numa escala magnífica e monumental. São trinta e três metros de altura, que dão corpo aos três pisos, que separam os espaços mais privados dos mais públicos. O piso térreo é aberto e destina-se a todos, alunos, visitantes e 'staff'. O 1º piso acolhe a Biblioteca, Sala de Computadores e Laboratórios. No 2º piso, com carácter mais administrativo, situam-se a Sala de Professores e Educadores, a Administração e a Sala de Reuniões.

O design adoptado para este megalómano edifício tem múltiplas funcionalidades - uma delas é inspirar a cultura, a partir da criatividade patente nas formas, em oposição ao uso de formas estruturais pré-fabricadas.

A "Escola Verde" está construída sobre terrenos em socalcos, em que a arquitetura faz parte do contexto envolvente, estando a sua implantação adaptada à funcionalidade dos espaços e estruturas, ao mesmo tempo que coabita com a natureza.

A "Green School" surgiu como uma explosão da arquitetura natural contemporânea, em Bali e no mundo, seguindo os passos da arquitetura vernácula, mas rompendo com os ícones da arquitetura tradicional. Tal como o artesão varia, usando desde a técnica básica até inúmeras variantes, a construção da "Green School" é como que no estilo dum têxtil entrelaçado, desconjuntado na sua composição. Os edifícios e as salas de estudo são pavilhões com estruturas e coberturas em bambu, sem paredes, conectando o interior com o exterior, ou seja, o design com a natureza.



Fig. 284: Edifício principal da Green school



A maior estrutura em bambu do mundo faz parte deste complexo. É o pavilhão principal, que reúne diversas salas de aula em três pisos, com trinta e três metros de altura e sessenta metros de comprimento, tendo sido usados 2.500 bambus na sua construção. Foi utilizada a espécie *Dendrocalamus Asper* (Petung, nome local), a melhor e mais robusta espécie de bambu da Indonésia, com diâmetros até 20 centímetros, que é transportada desde a ilha de Java, a ilha mais próxima de Bali, oriunda de um produtor privado, situado a cerca de 600 quilômetros de distância. Outras espécies também usadas, como a *Dendrocalamus Asper* e a *Phyllostachys Aurea*, com diâmetros menores, são espécies locais, encontradas nas redondezas dos declives das linhas de água.

A '*Kul-Kul*' Bridge (Figura 287), a primeira ponte de bambu da Green School, com um comprimento de 22 metros, atravessa o rio Ayung, fazendo a passagem da Escola para a vila residencial dos alunos, pais e comunidade Green School. Foi projetada e executada por Jorg Stamm, reconhecido arquiteto e engenheiro austríaco. A ponte de Stamm era como um jogo orgânico de curvas côncavas e convexas que seguiam a forma natural da cana de bambu, curvada. Contudo não duraria mais do que sete anos, não pela sua falta de resistência ou erro de design, mas por ter perdido a cobertura nas cheias do rio durante as monções de 2015, que comprometeram a sua estabilidade estrutural.

Decidiram desmontá-la e criar uma nova ponte, desenhada pela Ibuku, tendo os alunos podido fazer parte do processo de construção e aprender a executar as novas técnicas, '*in situ*', no campus da Escola.



Fig. 285: Arquitetura vegetal da escola



Fig. 286: Sala de aula, Green school



A nova ponte não é menos apelativa que a sua antecedente. Nomeada de “Millennium Bridge”, representa um passo firme para um futuro mais sustentável. Esta ponte foi um projeto desafiante para a equipa Ibuku. É um verdadeiro desafio à resistência e dureza do bambu, sendo, até hoje, a maior ponte em bambu da Ásia, com 23 metros de comprimento, a cobertura inspirada nos telhados Minangkakau, telhados tradicionais da Indonésia, com uma inclinação acentuada e o seu vértice pontiagudo recordando formas da natureza.



Fig. 287: Ponte Kul Kul, Jorg Stamm, 2008 - 2015

O mobiliário foi muito explorado pela equipa de design, nas suas variadas formas, aproveitando as características naturais do material. Os nós do bambu entram em ação com o design e a técnica e proporcionam novas estéticas. Mesas, cadeiras, cestos, papeleiras, caixas, candeeiros, tudo pode ser produzido com bambu, manualmente e ecologicamente.



Fig. 288: Nova ponte – Millenium bridge, Ibuku, 2015

#### IV. 3.5. Os precedentes da Green School:

##### 3.5.1. Ibuku

"Ibuku innovations in bamboo construction, shining a light on this abundant grass as the building material of the future. Our designers draw out the beauty, strength and versatility from bamboo, creating refined designs for hand-made and global destinations".<sup>32</sup>

Ibuku é uma empresa de construção e de mobiliário feito exclusivamente em bambu, que segue um método de produção, industrialização e comercialização de forma a reduzir da melhor forma a pegada ecológica. É composta por duas secções - a Fábrica e o Atelier de projetos - possuindo este último diferentes departamentos: Arquitetura, Paisagismo, Gestão Hoteleira, Mobiliário e Formação. É, como já acima referido, liderada por Elora Hardy, filha mais velha de John Hardy, criador e fundador da "Green School", que seguiu os passos do pai na conquista do mundo da sustentabilidade e da exploração dos métodos de uso do bambu.

Elora era já bem conhecida no seu anterior emprego, onde desenhava estampagens para uma famosa empresa de moda em Nova Iorque, quando os pais a convidaram para visitar a mais recente "joia" criada por eles mesmos. Em 2010, quando a obra se encontrava já finalizada, Elora visitou-a e deixou-se deslumbrar pela energia do bambu, o que a fez renunciar ao seu emprego em Nova Iorque e regressar à sua terra natal, Bali. Elora chamou os técnicos que construíram a "Green School", que faziam parte da Bamboo PT, e formou a Ibuku.

Fazem parte da equipa de projetos vinte arquitetos, cinco engenheiros de estruturas, seis designers de interiores,



Fig. 289: Elora Hardy, mentora da Ibuku

Fonte: <http://ibuku.com/milennium-bridge/>

paisagistas, designers de equipamento e mobiliário, gestores, contabilistas e comerciais. O escritório de projetos e design, com sede na fábrica de bambu, está situado não muito longe da área de intervenção da comunidade Green School. Na fábrica, três responsáveis, especializados em bambu, dirigem a equipa de artesãos, bem como procedem à gestão do material e maquinaria. São também eles os responsáveis pelas visitas guiadas à fábrica, assim como pela formação tanto em cursos como 'workshops'.

Ibuku tem um papel importante na comunidade local balinesa. A maioria dos artesãos e técnicos da produção de mobiliário são descendentes de carpinteiros e escultores, bem como de agricultores locais. Ibuku ofereceu a estes artífices uma oportunidade única de desenvolverem uma especialidade profissional e de se tornarem exclusivos na indústria de mobiliário, não só em Bali como na Indonésia, em geral.

*"How we build with bamboo gives the world a glimpse into the artistic value of Balinese culture, beyond the tropical island destination reputation".* <sup>33</sup>

O complexo da fábrica compreende a Recepção, Escritório Comercial, Armazém de Bambu, Pavilhão para Tratamento e Lavagem, Oficinas com maquinarias apropriadas e específicas, Oficinas Manuais, Oficina de Acabamentos e Armazém de Mobiliário.

Entre os projetos residenciais da "Vila Verde" e o projetos adicionais na "Escola Verde", Ibuku tem desenvolvido uma série de outros, um Yoga Spa, uma Escola



Fig. 290: Armazém da fábrica Ibuku

<sup>33</sup> Elora Hardy (FONTE: <http://inhabitat.com/interview-ibuku-founder-elora-hardy-on-creating-amazing-sustainable-buildings-with-bamboo/>)

Primária para uma comunidade local, o "Peace Garden", com um plano de paisagismo, e uma "Casa para Crianças", com uma parede para escalada e rapel.

*The designer's website states "new treatment methods have given bamboo a capacity for long life. We harvest and treat all of our own bamboo, selecting for density and maturity. Then lab test to confirm its integrity".* <sup>34</sup>

#### IV. 3.5.2. Green Village

*"Elora and her team chose one humble material, and with it they are building a whole new world".* <sup>35</sup>

A "Green Village" é uma 'Vila' ecológica construída em bambu, e funciona como um 'showroom' da arquitetura de bambu, planeada, projetada, construída e gerida pela equipa Ibuku.

A mentora da empresa Ibuku, juntamente com os seus colaboradores, teve, conforme já referido, a preocupação de criar a "Green Village" segundo um projeto altamente sustentável e ecológico. A arquitetura da GV está totalmente adaptada ao ambiente que a circunda, uma floresta equatorial de clima tropical em que o terreno não foi modificado para a implantação de todo o projeto. Toda a sua arquitetura estrutural foi pensada de modo a ser particularmente adaptada a cada localização.

Cada casa é um projeto novo e singular, em que os arquitetos da Ibuku trabalham para satisfazerem os desejos e necessidades de cada cliente, conciliando a originalidade da forma com o resultado estrutural. Os proprietários e residentes da Green Village têm à disposição um ambiente global dentro de uma comunidade balinesa rica, com acesso a produtos orgânicos e comidas caseiras. É um lugar único, onde as pessoas podem sentir-se em harmonia com a natureza espetacular que envolve o local.

---

<sup>34</sup> FONTE: <http://greenbyjohn.com/the-baqmboo-architecture-of-green-village/>

<sup>35</sup> FONTE: [www.ibuku.com](http://www.ibuku.com)



*Green Village in Bali, Indonesia, is an architectural gem - a dream like setting. Built by the design team, Ibuku, a company that strives to create residences where people can maintain an 'authentic relationship wiith nature.'* <sup>36</sup>

O projeto da "Green Village" combina os princípios da arquitetura sustentável com o artesanato local, mostrando que é possível construir-se 98% dos objetos com materiais naturais, atingindo o bambu o seu máximo esplendor numa autêntica exibição de construção e pormenores em bambu, fazendo assim coincidir a cultura local com o meio ambiente.

A "Vila Verde", que, com o seu parque envolvente ocupa cerca de três hectares, é composta por algumas casas privadas, outras semiprivadas, e também de alojamento local temporário, para curtas estadias; por restaurantes e cafetaria com produtos orgânicos (alguns produzidos na "Escola Verde") e pelo escritório de gestão de hotelaria da Ibuku.

Vizinha da "Green School", a Vila, que se localiza nas margens do rio Ayung, a cerca de dez quilómetros da Escola-mestre, nasce do mesmo conceito e com a mesma visão da "Escola Verde". A "Green Village" foi construída em parceria com a "Green School", muito próxima desta, sendo também residência de pais de alguns alunos da "Escola Verde", entre outros moradores. Uma percentagem do lucro obtido com a venda e aluguer das casas da "Green Village" reverte para o financiamento de projetos dos alunos da "Green School".



Fig. 291: Planta ilustrativa da Green Village

<sup>36</sup> FONTE: <http://greenbyjohn.com/the.bamboo-architecture-of-green-village/>

A "Green Village" é exclusivamente construída em bambu, incluindo escadas, cabines, paredes, mobiliário, varandas, chão e coberturas.

As duas maiores obras da "Green Village" são duas moradias, uma com três pisos e três quartos, e outra com quatro pisos e seis quartos, avaliadas em dois milhões de dólares e um milhão de dólares, respetivamente. São moradias de luxo, suspensas por fortes pilares de bambu, com cobertas e todos os interiores revestidos a bambu, num complexo jogo de texturas e variedades de canas. Apenas as bancadas de cozinha e peças de sanitários são produzidas com pedra proveniente de uma rocha vulcânica local, de cor escura.

Considerando o clima tropical, as casas são projetadas com amplas aberturas, que captam a iluminação e ventilação natural. Acompanham sempre as imperfeições do terreno num percurso entre pedra, bambu e plantas tropicais, que se enraíza dentro de floresta.

A arquiteta Jordane Grassot, colaboradora da equipa Ibuku, afirma: *"Esse material é sustentável e eficiente em termos de energia. O bambu é muito leve. Dois homens são capazes de carregar um coluna de 16 metros, por isso é ótimo na construção manual (...) por ser leve e maleável o bambu tem a flexibilidade de abanar e dançar durante um terramoto e não quebrar todo o edifício"*.<sup>37</sup>



Fig. 292 e 293: Interiores exclusivamente em bambu, Ibuku, Green Village, Bali

<sup>37</sup> FONTE: [www.ibuku.com](http://www.ibuku.com)

Durante a visita à "Vila Verde", o mobiliário exibe-se de forma criativa, fazendo uma introdução esplêndida ao verdadeiro "show-room" do design em bambu: mesas com tampos lisos de bambu aglomerado e pés cortados em secções verticais da cana; assentos feitos com tiras de cana de bambu alisadas e polidas, apoiadas em robustos pés de bambu; pás das ventoinhas de teto e mesmo o próprio regulador de velocidade, num pormenor minucioso, tudo também em bambu; puxadores recortados em bambu; dobradiças e fixações metálicas para vidro, pormenorizadamente embutidas numa coluna de bambu; iluminação e fios eléctricos escondidos dentro do bambu; paredes vegetais feitas com secções verticais da cana e folha vegetal semi-opaca com fibra de bambu; móveis de cozinha em bambu laminado; pavimentos em tiras de bambu polido e oleado; prateleiras, mesas, cadeiras, cortinas, camas, escadas, roupeiros, cabides, candeeiros, todo um novo e criativo design de interiores que explora todas as capacidades do bambu na sua materialidade, durabilidade, estética e naturalidade.

As casas estão sempre elevadas em relação ao solo a uma altura mínima de 1,20 metros: os pilares de bambu assentam sobre uma pedra e são fixados com cimento e ferro no seu interior até um metro de altura, desde as fundações, normalmente a entre 80 e 100 centímetros de profundidade. A estrutura funciona como uma "Aranha" pregada ao chão. Em caso de ocorrência de terremotos, a estrutura abana, mas não rompe nem quebra. Isto é uma preocupação constante da Ibuku, num lugar do mundo onde os abalos de terra são constantes.



Fig. 294:, Ibuku, Green Village, Bali



Fig. 295:, Ibuku, Green Village, Bali



As portas circulares giratórias, em vidro, originais e patenteadas, são adornadas com estreitas tiras de bambu, coladas e prensadas. Esta é uma técnica da Ibuku, que executou maquinaria concebida para obter laminados com formas circulares perfeitas. Usam uma cola não tóxica, porém sintética, a "PHAeco glue".

As altas e vigorosas coberturas estão desenhadas em dois níveis, interior e exterior, e estão estruturalmente pensadas de modo a suportarem cinco camadas de material de cobertura, sejam tiras de bambu cortado, aberto e achatado, ou "telhas" de bambu, em pequenas tiras cortadas uma a uma. Estas cinco camadas tornam o revestimento exterior separado do interior, para possibilitarem a passagem de ar, que ajuda a não acumular humidade entre os revestimentos. Ao longo de alguns anos, o bambu, que é um material vegetal, acaba por acumular bolor. Por essa razão, as duas ou três camadas exteriores devem ser substituídas a cada cinco anos.

A arquitetura da "Green Village" é orgânica não só pelo fato de trabalhar um material natural como também pelo aspeto do desenho final, que sempre resulta em elementos naturais vegetais, como folhas, caules, formas animais, num bosque organizado de bambu. São elementos ordenados, incorporados na paisagem.



Fig. 296: Residência de 4 pisos , Green Village



#### IV. 3.6. O desenvolvimento da construção em bambu em Bali.

O grande progresso da arquitetura em bambu, em Bali, como já citado, começou com a "Green School", quando John Hardy concretizou o seu desejo de criar uma escola ecológica e sustentável, para cuja construção o material escolhido, por todas as razões já explanadas, foi o bambu, usado e explorado nas suas diversas funcionalidades, ultrapassando todas as complexidades técnicas construtivas que se perfilaram.

*"How can a school talk about sustainability with students sitting on wooden desks, when these are practically extinct in Bali? Why not bamboo? I can't promise wood forever. But I can promise bamboo. It takes only three years for a bamboo to grow up".<sup>38</sup>*

Ao mesmo tempo que o projeto da "Green School" se iniciava, Yorg Stamm, engenheiro de estruturas da escola e arquiteto responsável pela ponte Kul Kul, executava o projeto da fábrica de joalheria em Ubud, (páginas 118 e 119) um projeto que inspirou os clientes da "Green School". A sua cobertura cônica abriga um espaço com 1.700 m<sup>2</sup>, com três colunas gigantes na forma de cilindros hiperbólicos de 16 metros de altura, que são cobertos com Alang Alang, as folhas vegetais dos telhados tradicionais na Indonésia.

Elora e a sua equipa Ibuku, trabalham exclusivamente o bambu de uma forma muito equilibrada e consciente., tendo a satisfação do cliente como foco principal. O trabalho de executar uma casa é feito quase todo no local, sem grandes maquinarias, com o mínimo gasto em combustíveis, sem gruas nem retroescavadoras, respeitando o terreno de implantação tal como ele é, tornando-se assim as casas quase artesanais.

---

<sup>38</sup> John Hardy, 2006, FONTE: <https://www.yogitimes.com/review/green-school-bali-alternative-holistic-boarding-john-hardy-indonesia>

Depois da visita ao local com o cliente, são esboçadas as primeiras ideias. Das ideias passam à elaboração da maquete manual, em 3D, onde a forma determina o sistema estrutural. Só depois de várias maquetas executadas à escala de 1:50, é que passam ao desenho técnico de pormenores.

*"This is where the art and engineering happen". <sup>39</sup>*

Elora é um coordenadora de projeto muito convicta dos seus conceitos e ideologias ecológicas. Faz dela própria a ponte entre cliente, criadores e artesãos, desde o tratamento do bambu até ao produto final. Elora despende tempo nas oficinas da fábrica tentando resolver problemas práticos e mais viáveis ecologicamente tanto quanto ao tratamento a dar ao bambu como ao uso de aglomerados como colas e resinas.

O tratamento do bambu contra insetos é feito com Boron, sais solúveis, uma mistura de borax, ou borato de sódio, com ácido bórico, não muito saudável para o meio ambiente. O problema deste ácido é a sua ação tóxica, uma vez lançado na terra. Por isso, Elora e a equipa prepararam toda uma estrutura em cimento, em que a água com o boron dissolvido é reaproveitada a 60% através do efeito de evaporação por calor. Inclusive, a água usada para lavar os bambus, depois de tratados, é canalizada, filtrada e reutilizada para nova lavagem.

O bambu usado pela Ibuku para construção é colhido em Bali e Java, levando entre uma hora e um dia a chegar ao destino, o local onde se situa a fábrica. Cresce normalmente em terrenos que não são propícios para agricultura, em caudais de rios e declives acentuados. O bambu Petang - nome local - emerge do solo já com o seu diâmetro total e cresce em altura até 1 metro por dia. Leva entre três e quatro anos até ficar denso e maduro, pronto para ser cortado. Do rizoma em que foi cortado crescerão um, dois ou três novos bambus.

Quando o bambu chega à Ibuku Factory, é imediatamente posto à prova durante dez dias, colocado na horizontal, elevado do chão. Se for imaturo, por ser jovem, o bambu enrugua; se for demasiado velho, quando está mais seco, estala. Estes bambus serão usados para anilhas e pregos (de bambu). Após o teste horizontal, este material é

---

<sup>39</sup> Elora Hardy, Ted talks, (FONTE: <https://www.ted.com>)

conduzido para os armazéns de tratamento, onde é imerso em tanques de água a ferver, com boron diluído, durante trinta e duas horas. De seguida, como já foi referido, o líquido é reutilizado e o bambu é lavado a jato de água, para retirar todo o açúcar que foi extraído do interior da cana e se encontra acumulado, por fora, em forma de espuma. Depois deste processo de quase duas semanas, o bambu é 'arrumado', em posição vertical, no armazém, com uma cobertura, executada pela própria Ibuku, colocada a 16 metros de altura, no eixo central, e a 12 metros, nos eixos laterais.

A estética orgânica do bambu, a sua beleza no estado mais puro e natural, tornam esta arquitetura autêntica, proporcionando espaços aprazíveis diretamente relacionados com a natureza, conseguindo o bambu ser, ele mesmo, uma obra de arte. Em colunas oblíquas, cruzadas, curvas, sempre sujeitando-se à sua orgânica - pois nenhuma cana é gémea verdadeira de outra - todas as canas de bambu são diferentes umas das outras, o que por vezes dificulta a execução feita com base num desenho técnico rigoroso. Também por isso a construção com bambu é considerada uma arquitetura orgânica, assim como as formas que podem resultar na sua composição. E a Ibuku consegue este resultado estético natural da forma mais criativa e artística.

A Ibuku patenteou uma série de novas técnicas, que permitiam resultados originais e jamais concebidos, como, por exemplo, com as portas, de forma oval ou redonda, giratórias sob um eixo central, de que foram registados dois estilos, um com vidro e outro com tiras de canas seccionadas. Ao bambu, depois de laminado e compactado numa série de ripas, aplica-se uma cola com base em resinas naturais, que moldam as ripas circularmente, enganchando-as em moldes standardizados, pré-elaborados pela Ibuku. Estas ripas são extremamente flexíveis e resistentes, pois os nós da cana foram fragmentados, o que diminui a sua rigidez e permite maior maleabilidade.

Outra característica que se encontra em quase todos os projetos de Ibuku é o corte longitudinal fatiado da cana de bambu (Figura IV. 90). Este



Fig. 297: Porta oval em laminado de bambu com vidro

corte oferece uma nova estética na arquitetura do bambu, pois a sua naturalidade, os nós e entrenós, dão textura e padrão através da sua organicidade e beleza natural. Utilizam-se secções de bambu nas guardas de escadas ou varandas, paredes interiores, pés de cadeiras, etc..

Ibuku é, neste momento, a empresa mais especializada em bambu na Indonésia e, possivelmente, em toda a Ásia. Variados projetos foram executados na ilha de Bali usando as técnicas estruturais e técnicas desta fábrica. Na verdade, na Ibuku, estética e estrutura atuam sempre juntas.

Entre os projetos da Ibuku, sem dúvida a empresa mais conceituada pelo seu estilo e técnica, bem como pelo profissionalismo adquirido por uma equipa criativa e consistente, outros projetos executados com bambu estão também registados na ilha de Bali, ainda que menos exuberantes, mas quanto à naturalidade do uso desta gramínea, sempre muito exóticos. São, na sua maior parte, restaurantes, estruturas exteriores em esplanadas, parques de estacionamento, praias e algumas casa de alojamento turístico. Na verdade, o bambu quase passa despercebido nesta ilha, pois torna-se usual e comum, mas não deixa de ser uma inspiração o contato com a natureza tropical, bem como a ideia de que os materiais naturais se tornaram moda no turismo. Para o ocidental o bambu pode marcar a diferença de a pessoa se sentir em contato com o "paraíso" tropical onde se encontra.

O Ecoturismo apela ao uso dos materiais naturais, mas passa também por ser uma moda, e, por esta razão, o bambu cumpre tanto os requisitos ecológicos como os



Fig. 298: Vista do interior de uma coluna cilíndrica trançada



comerciais, melhor do que qualquer outro material natural, no que se refere à economia e sustentabilidade do projeto.

No entanto, a arquitetura em Bali não é exclusiva da Ibuku. Muitos outros arquitetos, indonésios ou estrangeiros, integraram o movimento ecológico na prática da construção turística e residencial, onde o bambu é o personagem principal e desempenha funções estruturais no suporte de densos telhados, conhecidos como "Alang Alang" (nome local), juntamente com a "Imperata cylindrica", que é uma espécie de planta com flor, pertencente, como o bambu, à família Poaceae. Seguindo um desenho arquitetônico mais simples e tradicional, estas coberturas devem ser robustas, de modo a absorverem o calor e a humidade e resistirem às chuvas tropicais. Os telhados podem ser executados com telhas de bambu, que se erguem em camadas de modo a poder substituir-se as fileiras de telhas superiores sem ser necessário desmontar toda a cobertura.

Estes arquitetos e designers que trabalham especificamente com bambu estão empenhados em mudar a perspetiva das pessoas sobre o potencial de espaços onde possam sentir-se ligados à natureza, sem a perturbarem.

O fluxo turístico de Bali continua crescente, sem perspectivas de abrandar, mas atualmente, com uma maior consciência ecológica de apego à natureza, a arquitetura pode ser um refúgio natural em harmonia com o ambiente que a envolve.



Fig. 299: Construção em bambu do piso superior de estrutura em betão, Bali



Fig. 300: Finn's restaurant, Kuta, Bali

#### **IV. 4. Notas conclusivas**

Os dois casos de estudo são situações pontuais que põem em prática valores ecológicos e contribuem, de forma representativa, ou simbólica, para um desenvolvimento social, local ou regional, enriquecedor para a economia da comunidade.

Ambos os casos, aspiram pelo uso sustentável dos recursos naturais, atuam de forma consciente sobre a ecologia do lugar e o respeito pelo meio natural.

Ainda que situações distintas, o uso do bambu foi reconhecido não só como alternativa aos materiais de construção convencionais bem como à integração social nas comunidades locais.

Auroville é uma comunidade com 50 anos, foi pensada para ser cidade, logo, os planos de arquitetura, nos anos 60 e 70, visionavam um crescimento rápido e os projetos, que eram projetos modernistas, um tanto futuristas para a época, não decaíam em conceitos ecológicos, acompanhavam antes um pensamento criativo, visionário, inovador. Naturalmente, ao longo de 50 anos, Auroville tem visto vários projetos e planos urbanísticos passarem de conceitos para obras, com conceitos, estilos e intenções diferentes, mas sob concordância de todos os intervenientes e da comunidade. A vertente ecológica, além de ter estado sempre presente, urge com mais importância por necessidade, tanto em Auroville como no resto do mundo.

Em Bali, o desenrolar do progresso económico e turístico, fez surgir a necessidade de uma escola com padrões e conceitos diferentes, que ensinasse valores ecológicos e renovadores face ao sistema imposto pela economia do turismo, onde. A Green school tem quase dez anos e foi, desde o seu conceito de existência, um projeto ambiental que viria transformar a visão da arquitetura natural com bambu. Bali sobrevive do turismo, Auroville sobrevive de apoios governamentais e da comunidade. Auroville não é um lugar para turistas. É um lugar para pessoas com intenção de melhorar a gestão dos recursos do lugar habitável. O turismo oferece uma melhor hipótese de investimento através do turismo, por esta razão, Bali especializou-se mais rápido na produção e execução de experiências arquitetónicas com bambu. Auroville progride num ritmo mais ameno, com variados projetos em desenvolvimento e menores recursos financeiros.

## V. Conclusão

O desenvolvimento ambiental é um dos assuntos mais preocupantes a nível mundial, um tema prioritário para o crescente avanço das sociedades contemporâneas. Trata-se de um tema com forte incidência no modo de vida do indivíduo e das comunidades, que tem efeitos diretos no meio ambiente. Mais do que um debate, o desenvolvimento é um procedimento ativo que avança num tempo e deixa nele um rastro de tudo aquilo com que para ele tivemos contribuído.

Abordou-se o tema em diferentes escalas, tentando relacionar as conexões entre macrocosmos e microcosmos, e vice-versa, no que respeita à situação geral da crise global e face a uma visão mais sustentável, que vai da macro-escala social à micro-escala do grupo, da família, ou, até mesmo, do indivíduo.

Ao falar-se de assuntos como as alterações climáticas, aquecimento global, buraco do ozono, pegada ecológica, desenvolvimento sustentável, verifica-se que são todos eles temas que adquirem uma importância crescente nas sociedades, com resultados globais que afetam o funcionamento natural do ambiente e dos ecossistemas, que são também influenciados pelas demais sociedades, arquitetadas em torno de uma economia geral.

Vimos nesta tese como as crises têm efeitos diretos tanto no desenvolvimento económico como no ambiental, e, por sua vez, no indivíduo e na sociedade. Vimos de que forma as estratégias de desenvolvimento ambiental podem contribuir para o desenvolvimento económico e social. Confirmámos como a indústria mundial tem contribuído para o desgaste dos recursos naturais, e como a pegada ecológica pode ser reduzida perante as oportunidades e opções de escolha.

A nosso ver não se pretende apenas conservar os recursos naturais, mas sim utilizá-los de forma sustentável, do modo que as populações locais sempre fizeram, ao longo da história da humanidade, usando-os mas não invadindo nem restringindo o espaço natural de outras espécies que também dele se servem para o habitarem.

*"What we are investing in here is not just something happening right now but something which is happening in the future" <sup>64</sup>*

---

<sup>64</sup> Citação de Vanessa Hunter, diretora executiva e fundadora da Lupunaluz,  
FONTE: [www.lupunaluz.org](http://www.lupunaluz.org) Acesso em 12 Dez 2015

Deparámo-nos com novos conceitos ecológicos como a Eco-Aldeia e o Eco-Turismo. Com base nestes dois, debruçámo-nos sobre a questão de como eles poderiam influir na vida dos indivíduos e das comunidades.

Observámos, a partir de casos de estudo, como estas práticas foram criadas e desenvolvidas em lugares distintos, com diferentes origens e em diferentes escalas, mas com intenções semelhantes. São casos de comunidades com um papel muito relevante nas sociedades envolvidas, bem como lugares de investigação e experimentação da arquitetura em bambu.

O bambu é, desde logo, apreciado pela sua estética natural, combinada com a sua resistência e flexibilidade, enquanto matéria-prima e recurso natural. Entre muitas das suas características, prevalece a particularidade de ser uma planta auto-regeneradora e auto-reprodutora, através do seu sistema de rizomas, que se expande no subsolo e se multiplica em menos de um ano. Durante este período, as novas canas atingem a sua verticalidade máxima e, consoante as espécies, podem chegar aos 32 metros de altura. Nenhuma outra espécie vegetal cresce e se desenvolve a este ritmo. Esta é, desde já, uma vantagem no que respeita à desflorestação e às monoculturas do eucalipto e do pinho - no caso do território português - e pode contribuir para a redução do abate de árvores para uso na construção civil e de mobiliário. Juntando ainda a esta característica outras competências de carácter ecológico, o bambu, através da sua volumosa folhagem, consegue sequestrar do ar maiores quantidades de CO<sub>2</sub> do que qualquer outra espécie vegetal, e transportá-las para os rizomas e raízes, tornando o solo mais fértil e enriquecido de nutrientes.

Constatar estes fatos torna-se importante quando se discute a viabilidade de uma espécie que, sendo nativa de climas tropicais, se adapta relativamente bem a outros climas e solos, mas, ainda assim, não é aceite como material de uso estrutural em países não nativos, nos quais, apesar de todas as suas vantagens, não existe legislação nem regulamentação suficientes para permitirem o uso do bambu com garantias. A falta de conhecimentos técnicos leva a que o senso comum desacredite a eficiência e capacidade evolutiva desta planta.

Sendo assim, as limitações do bambu devem ser apuradas e corrigidas, procurando-se encontrar soluções viáveis para a sua utilização prática. Como vimos, o bambu pode ser combinado com outros materiais na gestão de recursos, adquirindo a sua rigidez e flexibilidade, dentro do vasto leque de opções que a planta oferece de formas, técnicas e funcionalidades. Como diz Óscar Hidalgo na sua minuciosa obra



"*Bamboo, the Gift of the Gods*", o bambu é uma oferenda dos deuses, competindo a nós, indivíduos, trabalhá-la nas infinitas possibilidades que nos oferece esta "erva gigante".

A porta está aberta a um novo conceito estrutural que abra os horizontes para a construção em bambu. O seu sistema construtivo tem um forte potencial na arquitetura contemporânea, e compete, em custos e eficiência, com as estruturas modernas em materiais industrializados.

Um dos grandes obstáculos para a utilização do bambu na construção civil, no Ocidente, é a falta de regulamentação deste material. Além de ser considerado de curta longevidade, por ser um material vegetal e orgânico, a fraca resistência ao fogo é um dos seus maiores inconvenientes. Pesquisas e testes são, frequentemente, ensaiados, na perspectiva de ignifugar o material, com vista a reduzir o risco de incêndio. Nesta matéria, há ainda um extenso trabalho a desenvolver.

As razões mais reconhecidas para o uso do bambu como substituto do aço e da madeira são a sua sustentabilidade, resistência mecânica e flexibilidade, os grandes expoentes deste material. Assim, a sua arquitetura com técnicas de engenharia, quando combinada com o uso de outros materiais, possibilita uma multiplicidade de usos e funcionalidades do bambu.

*" A construção em concreto produzida nos países do terceiro mundo dá origem a espaços cavernosos, com chão de pedra, paredes de pedra e tecto de pedra. Esse modelo de arquitectura exagerada e pouco saudável torna-se 'carnívora.' "*<sup>65</sup>

*" A natureza exige que voltemos a um estado mais equilibrado, mais 'vegetariano'..." "*<sup>66</sup>

---

<sup>65</sup> VELEZ; S.; FONTE: [www.arquiteturasustentavel.org/a-arquitetura-de-bambu-do-arquiteto-colombiano-velez-2/](http://www.arquiteturasustentavel.org/a-arquitetura-de-bambu-do-arquiteto-colombiano-velez-2/)

<sup>66</sup> *idem*

Em resultado do estudo e da reflexão sobre o tema, dos exemplos de aplicação pode concluir-se que:

- Os bambus, no seu tamanho natural total, podem ser usados para estruturas permitindo grandes vãos.
- As curvaturas opostas estabilizam-se em formas de superfícies ativas.
- As uniões devem ser intercaladas e suportadas entre si para se obter uma carga uniformemente distribuída.
- O tamanho de tensores e compressores compõe-se segundo o esforço requerido
- As propriedades físicas do bambu, de grande interesse na engenharia de estruturas, são: massa específica, humidade natural, absorção de água, variações dimensionais e coeficiente de dilatação. Estas propriedades alcançam melhores condições de resistência quando utilizados colmos maduros e secos.

No entanto, verificámos que o uso do bambu também apresenta os seus inconvenientes, de que os 3 principais são:

- A resistência a forças perpendiculares às fibras longitudinais é reduzida, o que significa que o bambu tem tendência a rachar longitudinalmente, paralelamente às fibras, dependendo de vários fatores como espécie, idade da cana e modo de trabalhar o material, entre outros.
- O bambu, depois de seco, não deve ficar exposto a humidade nem a raios de sol diretos, embora resista melhor com tratamento adequado.
- O bambu é inflamável, logo oferece pouca durabilidade em caso de fogo.

Vimos, ainda assim, que um bambu satisfaz variados ramos da indústria e reúne inúmeras possibilidades de competência em áreas como a construção e o design. E,

além do seu lado ecológico, permite criar redes de trabalho especializado, na indústria contemporânea. Porém, o seu carácter vegetal e exótico atribui-lhe um sentido efémero, sendo o bambu, de acordo com esta corrente, reconhecidamente um êxito, pois a sua estética natural e leveza estrutural permitem-lhe criar formas e instalações relativamente simples de montar. É com este cenário que o mundo Ocidental se depara atualmente, numa produção de consumos efémeros, em que o bambu representa muito bem o seu papel.

Foi com os casos de estudo que vimos enormes possibilidades de recriar estruturas económicas a partir do aproveitamento da "erva gigante" no mundo fugaz do turismo, dos eventos, das experiências e dos consumos de curta duração.

Há, porém, várias experiências ainda a efetuar, e resultados ainda a descobrir, pormenores ainda a refinar. Atualmente, o percurso inovador da construção em bambu está entregue, na sua maior parte, a Sul-Americanos e a Asiáticos, Assim sendo, esta tese vem propor o começo de estudos mais aprofundados sobre este assunto, orientados por técnicos especializados, a efetuar nas instituições académicas e profissionais do nosso país, como porta de entrada para a futura expansão desta temática no espaço europeu.

Esta tese pretende gerar novas inspirações para a difusão do bambu, com conhecimentos de causa, como alternativa aos materiais industrializados não-orgânicos.

Dada a importância do tema, considera-se que muito há ainda a percorrer no domínio da investigação nesta área, sendo, portanto, um campo aberto de trabalho para outros investigadores e "aventureiros ecológicos".





## VI. Bibliografia

- AŞICI, A. A.; BÜNÜL, Z; “Green new deal: a green way out of the crisis?”; Environmental Policy and Governance; 2012.
- BATALHA, Luís; Antropologia: Uma Perspectiva Holística. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa / ISCSP; 2005.
- BODLEY, John H.; Tribal peoples & development issues; Mayfield Publishing Company. 1988.
- BUARQUE, Sérgio; “Construindo o desenvolvimento local sustentável – metodologia de planejamento”; Rio de Janeiro: Garamond; 2008. 4ª edição.
- CAPRA, Fritjof; The Web of Life: A New Scientific Understanding of Living Systems; Cultrix; USA; 1996.
- G. Éva Fekete (2013): Local Product Strategy and Imagery Handbook o Borsod-TornaGömör For LACS. REG-LEX Bt. Edelény 2013.
- KRUEGER; Trade and Employment in Developing Countries; The University of Chicago Press; London, 1981.
- LYNNGAARD, K. ; The Common Agricultural Policy and Organic Farming: An Institutional Perspective on Continuity and Change; CABI Publishing; United Kingdom; 2006.
- MARRON, D. B.; TODER, E. T. Tax policy issues in designing a carbon tax. American Economic Review; 2014.
- MORIN, Edgar; KERN, Anne Brigitte; Terra-Pátria; Editions du Seuil.
- SALMON, Cleveland; Architectural Design for Tropical Regions; John Wiley & Sons, Inc.; Canada, 1999.
- SOMJEE, A.H. and SOMJEE, GEETA; Development success in Asia Pacific; St. Martin's Press; New YORK, 1995.
- TERÉZ, KOVÁCS; Rural Development Policy; Dialóg-Campus Kiadó, Budapest-Pécs; 2003.
- KAHN, Louis; The power of architecture; Vitra Design Museum, Weil am Rhein; Germany; 2012.

### Bambu

- FERRELLY, D.; *The Book of Bamboo*; Sierra Club Books; San Francisco; 1984.
- FERREIRA, G. C. S.; Vigas de concreto armadas com Bambu; Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiente) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas; Campinas, Brasil; 2002.

- JAYANETTI, Lionel and FOLLETT, Paul; Bamboo in Contruction: an Introduction; Trada Technology, limited; 1998.
- LÓPEZ, O. H.; Bambu, su cultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, arquitectura, inginiiería, artesanía. Estudios Técnico Colombianos Ltda; Cali, Colombia; 1974.
- LÓPEZ, O. H.; Bamboo, The gift of the gods; Bogotá, Colombia; 2003.
- MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012.
- SAINT-HILAIRE, Alain; Mesopotamie au Pays des Califes de Bagdad; Presses ede la Cite; 1980.
- SALGADO, A. L. de B. et al. Instruções técnicas sobre o bambu. Boletim técnico, 143, 43p. Campinas: Instituto Agronômico, 1994.
- TEIXEIRA, A. A. Painéis de bambu para habitações econômicas: Avaliação do desempenho de painéis revestidos com argamassa. Brasília: UNB. 2006, 204 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília.
- Vidiella, Álex Sánchez; BAMBOO; Loft Publications; Barcelona, Espanha; 2011.

#### Auroville

- GUERCI, Ireno; Matrimandir, and the park of unity; SAIIER; India; 2015.
- KUNDOO, Anupama; Roger Anger, research on beauty, architecture 1953-2008; Jovis; Germany; 2009.
- PRAKASH, Abha; The Auroville Experience; Auroville Today; India; 2006.
- VASUDEV, Gayatri Devi; Vasu, astrology and Architecture; India; 2015.

#### Bali

- HESG; The International Seminar on Human Ecology, Tourism, and Sustainable Development; Indonesia 1990.
- NORDHOLT, Henk Schulte; State, Village, and Ritual in Bali; VU University Press; Amsterdam; 1991.
- PICARD, Michel; Bali Cultural Tourism and Touristic Culture; Archipelago Press; Singapore; 1992.
- PRINGLE, Robert; A Short Story of Bali, Indonesian's Hindu realm; Talisma; Singapore, 2011.
- PUGLISI, Carrie Elizabeth; Cultured Tourism for sustainable Development in Bali, Indonesia; Thesis in Anthropology, Massachusetts, 1998.
- RAMSEYER, Urs; TISNA, Gusti Raka Panji; Bali, Living in Two Worlds; Schwabe & Co; Basel; 2001.
- VICKERS, Adrian; Bali, a paradise created; Periplus Editions; California, USA; 1989.

- World Bank Country Studies; Indonesia, environment and development; USA, 1994.

## PUBLICAÇÕES

- OLIVEIRA, LUIZ; Conhecendo bambus e suas potencialidades para uso na construção civil; Universidade Federal de Minas Gerais Escola de Engenharia; 2013.
- SEROPÉDICA, Alexandre; Características dendrométricas e propriedades físicas dos colmos de Bambusa vulgaris e Bambusa tuldooides; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2008
- STAMM, Jörg; La Evolución de los Métodos constructivos en Bambú; Puebla, México.

## VII. Índice de imagens

- i – FONTE: GUERCI, Ireno; Matrimandir, and the park of unity; SAILER; India; 2015
- 01 – Da autora; Rebento de bambu; Bambu Parque, Odemira, Portugal, 2012
- 02 – Eco-Viikki, Filândia; FONTE: <http://en.uuttahelsinkia.fi/viikki/life-leisure>
- 03 – Eco-Viikki, Filândia; FONTE: <http://en.uuttahelsinkia.fi/viikki/life-leisure>
- 04 – BEDZED, Reino Unido; [www.zedfactory.com](http://www.zedfactory.com)
- 05 – Paisagem rural no Norte de Portugal; FONTE: <http://voltaraterra.pt/eco-aldeia/>
- 06 – Eco aldeia comunitária em Portugal; FONTE: <http://voltaraterra.pt/eco-aldeia/>
- 07 – Zmar - <http://www.zmar.eu/zmar-experiencias-alentejo/>
- 08 - Zmar - <http://www.zmar.eu/zmar-experiencias-alentejo/>
- 09 - Zmar - <http://www.zmar.eu/zmar-experiencias-alentejo/>
- 10 – Francisco de Brion; A terra; Odemira; Portugal
- 11 – Green Village; Bali; [www.greenvillage.com](http://www.greenvillage.com)
- 12 – Francisco de Brion; A terra; Odemira; Portugal
- 13 – Parque Eco Industrial Kalundborg; Dinamarca; <http://www.nudgesustainabilityhub.com/kalundborg/>
- 14 – José Arantes; A Horta do Zé; Herdade dos Porches; Alcácer do Sal; 2014
- 15– José Arantes; A Horta do Zé; Herdade dos Porches; Alcácer do Sal; 2014
- 16 – José Arantes; A Horta do Zé; Herdade dos Porches; Alcácer do Sal; 2015
- 17 – José Arantes; A Horta do Zé; Herdade dos Porches; Alcácer do Sal; 2016
- 18 – Francisco de Brion; A terra; Odemira; Portugal
- 19 – Francisco de Brion; A terra; Odemira; Portugal
- 20 - Da autora; Ponte de Bambu; Bali; 2016
- 21 – Green Village; [www.greenvillage.com](http://www.greenvillage.com)
- 22 – (fonte desconhecida)
- 23 – FONTE: <http://media.rooang.com/2014/09/jembatan-bambu-tempo-dulu/>
- 24 – FONTE: <http://media.rooang.com/2014/09/jembatan-bambu-tempo-dulu/>
- 25 – Espécies de bambu; <http://www.bambooimport.com/en/blog/facts-about-bamboo>
- 26 – Da autora; Bambu Parque; Odemira; Portugal; 2012
- 27 – *Guadua angustifolia* Kunth; (fonte desconhecida)
- 28 – *Pseuosasa viridula*; Catálogo Bambu Parque; 2012
- 29 - (fonte desconhecida)
- 30 – Da autora; Porto Rico; 2015
- 31 – Da autora; Porto Rico; 2015
- 32 – Da autora; Espanha; 2016
- 33 - Da autora; CanyaViva; Portugal; 2016
- 34 - Da autora; CanyaViva; Portugal; 2010
- 35 - Da autora; CanyaViva; Portugal; 2010
- 36 - Da autora; CanyaViva; Portugal; 2010
- 37 – Mapa; <https://www.eeob.iastate.edu/research/bamboo/maps.html>
- 38 - (fonte desconhecida)
- 39 - Da autora; Tailândia; 2013



- 40 - Da autora; Índia; 2016
- 41 – Da autora; Bambu Parque; Odemira; Portugal; 2012
- 42 - FONTE: LÓPEZ, O. H.; Bamboo, The gift of the gods; Bogotá, Colombia; 2003
- 43 - FONTE: LÓPEZ, O. H.; Bamboo, The gift of the gods; Bogotá, Colombia; 2003
- 44 - FONTE: LÓPEZ, O. H.; Bamboo, The gift of the gods; Bogotá, Colombia; 2003
- 45 - Da autora; Tailândia; 2013
- 46 – Da autora; Bambu Parque; Odemira; Portugal; 2012
- 47 - Da autora; Tailândia; 2013
- 48 – Da autora; Porto Rico; 2015
- 49 – Da autora; Porto Rico; 2015
- 50– Da autora; Porto Rico; 2015
- 51 - Da autora; Tailândia; 2013
- 52 – Paul Starosta; CROUZET, Ives; BAMBUS; Ever Green; 1996.
- 53 - Da autora; Bambu Parque; Odemira; Portugal; 2012
- 54 - Da autora; Índia; 2016
- 55 - Da autora; Índia; 2016
- 56 - (fonte desconhecida)
- 57 - (fonte desconhecida)
- 58 – Da autora; Bambu Parque; Odemira; Portugal; 2017
- 59 - FONTE: <http://media.rooang.com/2014/09/jembatan-bambu-tempo-dulu/>
- 60 – Ibuku; FONTE: [www.ibuku.com](http://www.ibuku.com)
- 61 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 62 – Ponte da autoria de Jorg Stamm; FONTE: <http://www.ecoeficientes.com.br/jorg-stamm/>
- 63 - Da autora; México; 2009
- 64 - Da autora; Tailândia; 2013
- 65 - Da autora; Tailândia; 2013
- 66 - <https://itsasmallworldafterallfamily.wordpress.com/2011/05/21/101-uses-for-bamboo/>
- 67- Da autora; Índia; 2016
- 68 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 69 - Da autora; Índia; 2016
- 70 – FONTE: <http://www.ritebook.in/2014/06/hanging-bamboo-bridges-on-siang-river.html>
- 71 – FONTE: <https://www.simplififabric.com/pages/bamboo-charcoal>
- 72 - (fonte desconhecida)
- 73 – Da autora; Bambu Parque; Odemira; Portugal; 2013
- 74 - Da autora; Bali; 2016
- 75 - (fonte desconhecida)
- 76 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 77 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 78 - Da autora; Auroville Bamboo Centre; Índia; 2016
- 79 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 80 - (fonte desconhecida)
- 81 – Guadua Bamboo; <https://www.guaduabamboo.com/bamboo-poles/>
- 82 – Auroville Bamboo Centre; <http://aurovillebamboocentre.org/>

- 83 – Da autora; 2016
- 84 - Da autora; Tailândia; 2013
- 85 - Da autora; Tailândia; 2013
- 86 - Da autora; Vadodara; Índia; 2014
- 87 – Ponte da autoria de Jorg Stamm; Colombia; FONTE: <https://in.pinterest.com/pin/375628425145294456/>
- 88 - Da autora; Vadodara; Índia; 2014
- 89 – Da autora; 2016
- 90 – Ibuku; <https://dreamingdesigner.wordpress.com/tag/elora-hardy/>
- 91 - Da autora; Tailândia; 2013
- 92 – Pavilhão México; autoria de Simon Vélez; [http://www.pachamama-inti.com/pages/Colombiele\\_bambou\\_Guadua\\_2013-8875056.html](http://www.pachamama-inti.com/pages/Colombiele_bambou_Guadua_2013-8875056.html)
- 93 - Da autora; Museu Tribal; Bhopal; Índia; 2015
- 94 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 95 - Da autora; Restaurante em Puerto Escondido; México; 2009
- 96 – Aeroporto Barajas, Madrid; <https://wordlesstech.com/madrids-barajas-airport/>
- 97 - Da autora; Vadodara; Índia; 2015
- 98 - Da autora; Tailândia; 2013
- 99 - Da autora; Tailândia; 2013
- 100 – Da autora; Tailândia; 2013
- 101 - FONTE: LÓPEZ, O. H.; Bamboo, The gift of the gods; Bogotá, Colombia; 2003
- 102 - FONTE: LÓPEZ, O. H.; Bamboo, The gift of the gods; Bogotá, Colombia; 2003
- 103 - FONTE: LÓPEZ, O. H.; Bamboo, The gift of the gods; Bogotá, Colombia; 2003
- 104 – Da autora; Bamboo DNA; Irlanda; 2013
- 105 - (fonte desconhecida)
- 106 - Da autora; Vadodara; Índia; 2015
- 107 - Da autora; Moa resort; Israel; 2011
- 108 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 109 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 110 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 111 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 112 - (fonte desconhecida)
- 113 – Da autora; Bamboo DNA; Irlanda; 2013
- 114 - (fonte desconhecida)
- 115 – Da autora; Bamboo DNA; Irlanda; 2013
- 116 – Pavilhão Hanover Expo 200; autoria de Simon Vélez; FONTE: MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012. (pág.133)
- 117 - Da autora; México; 2009
- 118 – Pavilhão Hanover Expo 200; autoria de Simon Vélez; FONTE: MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012. (pág.132)
- 119 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 120 – Da autora; Bamboo DNA; Irlanda; 2013
- 121 - (fonte desconhecida)
- 122 - Da autora; Bali; 2016

- 123 - Da autora; Bali; 2016
- 124 - (fonte desconhecida)
- 125 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 126- (fonte desconhecida)
- 127 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 128 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 129 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 130 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 131 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 132 - Da autora; Bali; 2016
- 133 - Da autora; Bali; 2016
- 134 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 135 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 136 – FONTE: <https://www.architectural-review.com/today/soe-ker-tie-houses-by-tyin-tegnestue-noh-bo-tak-thailand/8600565.article>
- 137 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 138 – Rodrigo Ramos; Triboo; Tulum; México; 2016
- 139 - Técnica Mudhif; SAINT-HILAIRE, Alain; Mesopotamie au Pays des Califes de Bagdad; Presses ede la Cite; 1980.
- 140 – Da autora; Bpm festival; Portimão; Portugal; 2017
- 141 – Rodrigo Ramos; Triboo; Tulum; México; 2016
- 142 – Da autora; Canyaviva; Oeiras; Portugal; 2010
- 143 – Esquema de calibre e flexão das canas, Canya Viva.
- 144 - Da autora; Canyaviva; Oeiras; Portugal; 2010
- 145 - Da autora; Canyaviva; Oeiras; Portugal; 2010
- 146 - Da autora; Bali; 2016
- 147 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 148 – Pandyan School; Chiang Mai; Tailândia; <https://www.bamboo-earth-architecture-construction.com/>
- 149 - Da autora; 2017
- 150 - FONTE: MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012. (pág.42)
- 151 - FONTE: MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012. (pág.42)
- 152 - Da autora; Mumbai; Índia; 2014
- 153 - (fonte desconhecida)
- 154 – Da autora; Bamboo DNA; Irlanda; 2013
- 155 – Da autora; Boom festival; Portugal; 2010
- 156 - (fonte desconhecida)
- 157 – Ibuku; FONTE: [www.ibuku.com](http://www.ibuku.com)
- 158 - FONTE: MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012. (pág.44)
- 159 - FONTE: MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012. (pág.143)

- 160 - FONTE: MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012. (pág.45)
- 161 - FONTE: MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012. (pág.44)
- 162 - (fonte desconhecida)
- 163 - (fonte desconhecida)
- 164 – FONTE: <http://ceramics.org/ceramic-tech-today/biomaterials/could-a-bamboo-fiber-composite-replace-steel-reinforcements-in-concrete>
- 165 – Vo Trong Nghia; FONTE: <http://votrongnghia.com/projects/an-house/>
- 166 - FONTE: MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012. (pág.101)
- 167 - FONTE: MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012. (pág.101)
- 168 –Canyaviva; Valencia; Espanha; 2012
- 169 - FONTE: MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012. (pág.127)
- 170 – Pandyan School; Chiang Mai; Tailandia; <https://www.bamboo-earth-architecture-construction.com/>
- 171 – Da autora; Canyaviva; Oeiras; Portugal; 2010
- 172 - Da autora; Vadodara; Índia; 2014
- 173 - FONTE: MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012. (pág.62)
- 174 - FONTE: MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012. (pág.44)
- 175 - (fonte desconhecida)
- 176 - (fonte desconhecida)
- 177 – FONTE: LÓPEZ, O. H.; Bamboo, The gift of the gods; Bogotá, Colombia; 2003
- 178 – Da autora; Bali; 2016
- 179 - Da autora; Mumbai; Índia; 2015
- 180 - Da autora; Chennai; Índia; 2015
- 181 – (autor desconhecido)
- 182 – (autor desconhecido)
- 183 - FONTE: <http://www.christies.com/features/The-new-architectural-possibilities-of-wood-8090-1.aspx>
- 184 – FONTE: STAMM, Jörg; La Evolución de los Métodos constructivos en Bambú; Puebla, México
- 185 – Pandyan School; Chiang Mai; Tailandia; <https://www.bamboo-earth-architecture-construction.com/>
- 186 - FONTE: MINKE, Gernot; Building with Bamboo; Birkhauser Basel; Basel, Switzerland; 2012. (pág.125)
- 187 - (fonte desconhecida)
- 188 – Pandyan School; Chiang Mai; Tailandia; <https://www.bamboo-earth-architecture-construction.com/>
- 189 – Pandyan School; Chiang Mai; Tailandia; <https://www.bamboo-earth-architecture-construction.com/>



- 190 – Ibuku; FONTE: [www.ibuku.com](http://www.ibuku.com)
- 191 – Da autora; Canyaviva; Idanha-a-Nova, Portugal; 2010
- 192 - (fonte desconhecida)
- 193 – Da autora; Canyaviva; Idanha-a-Nova, Portugal; 2010
- 194 - Da autora; Bamboo DNA; USA; 2015
- 195 - Bamboo DNA; LIB; USA; 2010
- 196 – Da autora; Canyaviva; Idanha-a-Nova, Portugal; 2010
- 197 – Bamboo DNA; Burning Man; USA
- 198 – FONTE: <http://no-point-stories.blogspot.pt/2009/06/sculpture-of-week-five-elements-water.html>
- 199 - Da autora; 2015
- 200 – Bamboo DNA; Symbiosis; USA; 2015
- 201 – Da autora; Bpm festival; Portimão; Portugal; 2017
- 202 – Da autora; Canyaviva; Festival Alternativo; Sevilha; Espanha; 2010
- 203 – Bamboo DNA; Idanha-a-Nova; Portugal; 2010
- 204 – Bamboo DNA; Symbiosis; USA; 2015
- 205 – Da autora; Bpm festival; Portimão; Portugal; 2017
- 206 – Da autora; Bpm festival; Portimão; Portugal; 2017
- 207 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 208 - Green School; FONTE: <http://yogui.co/green-school/>
- 209 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 210 (pág. 128) - Da autora; Green School; Bali; 2016
- 211 (pág. 131) - Googlemaps; 2016
- 212 - Googlemaps; 2016
- 213 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 214 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 215 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 216 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 217 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 218 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 219 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 220 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 221 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 222 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 223 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 224 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 225 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 226 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 227 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 228 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 229 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 230 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 231 – FONTE: GUERCI, Ireño; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 232 – Auroville; FONTE: <http://auroville-learning.net/about-us/auroville/>

- 233 – FONTE: GUERCI, Ireno; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 234 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 235 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 236 - FONTE: <https://www.auroville.org/contents/691>
- 237 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 238 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 239 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 240 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 241 - FONTE: <https://www.auroville.org/categories/22>
- 242 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 243 – FONTE: GUERCI, Ireno; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 244 – FONTE: GUERCI, Ireno; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 245 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 246 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 247 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 248 – FONTE: GUERCI, Ireno; Matrimandir, and the park of unity; SAIER; India; 2015
- 249 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 250 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 251 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 252 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 253 - FONTE: <https://www.auroville.org/contents/4080>
- 254 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 255 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 256 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 257 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 258 - FONTE: <http://aurovillebamboocentre.org/construction/>
- 260 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 261 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 262 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 263 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 264 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 265 - Da autora; Auroville; Índia; 2016
- 266 – Bali; Googlemaps; 2016
- 268 - Da autora; Bali; 2016
- 269 - Da autora; Bali; 2016
- 270 - Da autora; Bali; 2016
- 271 - Da autora; Bali; 2016
- 272 - Da autora; Bali; 2016
- 273 - Da autora; Bali; 2016
- 275 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 278 - Da autora; Green School; Bali; 2016
- 279 – Green school; FONTE: <http://www.greenschool.org/weekly-newsletter/jun-13-2014/from-the-head-of-school>
- 280 – Green school; FONTE: <https://phys.org/news/2012-06-bali-green-bamboo.html>
- 281 – Green school; FONTE: <https://www.greenschool.org/staff-2/>

- 282 – Green school; FONTE: <https://www.greenbyjohn.com/back-to-school-with-the-new-green-school-classrooms/>
- 283 – Green school; FONTE: <http://www.greenschool.org/weekly-newsletter/aug-21-2014/from-the-head-of-school#.WfgRoxO0ORs>
- 284 - Da autora; Green School; Bali; 2016
- 285 – Green school; FONTE: <http://ibuku.com/yoga-pavilion/>
- 286 - Da autora; Green School; Bali; 2016
- 287 – Green school; FONTE: <http://www.marvelbuilding.com/green-school-bali.html/green-school-in-bali-bridge>
- 288 – Green school; FONTE: <http://ibuku.com/millennium-bridge/>
- 289- (fonte desconhecida)
- 290 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 292 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 295 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 297 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 298: FONTE: VIDIELLA, Álex Sánchez; BAMBOO; Loft Publications; Barcelona, Espanha; 2011.
- 299 - Da autora; Green Village; Bali; 2016
- 300 - Da autora; Green School; Bali; 2016